

LE MONDE DISPARU

DES DINOSAURES DE L'OUEST CANADIEN

DALE A. RUSSELL

PHOTOGRAPHIES DE SUSANNE M. SWIBOLD

PEINTURES D'ELEANOR M. KISH

LES MUSÉES NATIONAUX DU CANADA

LE MUSÉE NATIONAL DES SCIENCES NATURELLES



La plus brillante étoile de cette photographie est une supernova; son éclat surpasse la luminosité combinée de l'autre milliard d'étoiles de sa galaxie (NGC 5253). La faible tache de lumière au milieu de la photographie indique le centre de la galaxie. (Photographie prise à l'observatoire de Las Campanas [Chili], à l'aide du télescope de 24 pouces de l'Université de Toronto.)

Le monde disparu
des dinosaures de l'Ouest canadien

Direction: Viviane Appleton
Révision: Madeleine Choquette-Delvaux
Cartes et diagrammes: Edward Hearn
Photographies des peintures: Susanne M. Swibold
Conception graphique: Jacques Charette et Associés Ltée
Composition: Pierre Des Marais Inc.
Séparations de couleurs et impression:
Herzig-Somerville Ltd.

Le monde disparu
des dinosaures de l'Ouest canadien

par Dale A. Russell

photographies de Susanne M. Swibold
peintures d'Eleanor M. Kish

traduit de l'anglais par Yves Couchoud
et Pascale Van Becelaere

Collection d'Histoire naturelle, n° 4

Le musée national des Sciences naturelles
Les Musées nationaux du Canada, Ottawa

Collection d'Histoire naturelle, n° 4
Le musée national des Sciences naturelles
Les Musées nationaux du Canada
Ottawa, Canada
1977

N° de catalogue NM 95-17/4F

L'éditeur remplit les commandes postales adressées aux
Musées nationaux du Canada
Service de distribution
Ottawa, Canada
K1A 0M8

Édition française	ISBN 0-660-00012-1 ISSN 0317-5677
Édition anglaise	ISBN 0-660-00011-3 ISSN 0317-5642

Imprimé au Canada

Publications de la Collection d'Histoire naturelle:

1 *Poissons de pêche sportive d'eau douce du Canada,* par D.E. McAllister et E.J. Crossman, illustrations de C.H. Douglas, 1973.

2 *Plantes sauvages des montagnes Rocheuses*, par A.E. Porsild, illustrations de Dagny Tande Lid. Publié conjointement avec Parcs Canada, Ministère des Affaires indiennes et du Nord, 1974.

3 *Plantes sauvages du Parc national du mont Revelstoke*, par James H. Soper et Adam F. Szczawinski. Publié conjointement avec Parcs Canada, Ministère des Affaires indiennes et du Nord, et le Musée provincial de la Colombie-Britannique, 1976.

4 *Le monde disparu des dinosaures de l'Ouest canadien*, par Dale A. Russell, photographies de Susanne M. Swibold, peintures d'Eleanor M. Kish, 1977.

5 *Guide des méduses des eaux canadiennes de l'Atlantique,* par C.T. Shih, 1977.

All these publications are also available in English

L'édition française est distribuée par
Les éditions Quinze
Président: Pierre Turgeon
3465, Côte-des-Neiges, Montréal
Tél.: 937-6311

Distributeur exclusif pour le Canada:
Les Messageries internationales du livre Inc.
4435, boul. des Grandes-Prairies
Saint-Léonard (Québec)

ISBN-0-88565-149-9
NMIL 109-0150-2

Table des matières

Introduction, 7

I Squelettes fossiles, 11

II Reflets du passé, 21
La grande dépression, 23
Des jalons dans le temps, 26
La géographie d'un monde disparu, 29

III Un parc pour dinosaures, 35
Prairie et badlands, 37
Des sédiments aux paysages, 41
Vestiges de vie pétrifiés, 48
Reptiles géants, 56
Comment survivre, 62

IV Un ancien delta, 65
Les falaises de Drumheller, 67
Forêts marécageuses, 72
La faune des anciens marécages, 81
Une plaine côtière, 84
Une forêt de feuillus à l'époque des dinosaures, 85
Forêts de bois dur et dinosaures, 91

V Les derniers dinosaures, 101
La dépression cesse de s'enfoncer, 103
La vie dans une plaine d'inondation subtropicale, 112
Un paysage condamné, 121

VI La fin d'une ère, 123
Sur la terre, 125
Dans la mer, 127
Le témoignage de la Terre, 128
Des profondeurs de l'espace, 130

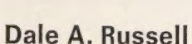
Bibliographie, 135







Dagmar Galt



Dale A. Russell

Membre de Phi Beta Kappa dès l'obtention de son Baccalauréat ès Arts, Dale Russell reçoit des bourses de la National Science Foundation pour préparer sa maîtrise à l'université de Californie, à Berkeley, et un doctorat en paléontologie des vertébrés à l'université Columbia, à New York. Après des études post-doctorales à l'université Yale en 1965, il est chargé par le Musée national du Canada de diriger la recherche sur les grands reptiles qui vécurent jadis au Canada. Dale Russell a travaillé sur le terrain de l'Arctique au golfe du Mexique et étudié de nombreuses collections de grands reptiles fossiles de ce continent et d'Europe occidentale et orientale. L'auteur est actuellement chef de la division de Paléobiologie du Musée national des Sciences naturelles à Ottawa.

Susanne M. Swibold

Susanne Swibold a obtenu une maîtrise en Beaux-Arts — peinture, dessin et photographie — à l'université du Michigan. Elle a exposé au Canada et aux États-Unis et, plus récemment, au Musée des Arts contemporains de Montréal. Parmi ses réalisations photographiques, on remarque des travaux pour l'Office National du Film, les Musées nationaux du Canada et Parcs Canada. Des missions dans les domaines de la photographie et du film documentaire l'ont menée du Parc national Nahanni, dans les Territoires du Nord-Ouest, aux Galapagos, îles équatoriennes du Pacifique. En 1973, elle a reçu le grand prix du Conseil des Arts du Canada en photographie. Susanne Swibold a enseigné la photographie au département des Beaux-Arts de l'université Concordia à Montréal et au Banff School of Fine Arts. Elle demeure présentement à Canmore, en Alberta.

Eleanor M. Kish

Portraitiste et paysagiste professionnelle, Eleanor Kish a étudié en Californie sous la direction d'Ejnar Hansen et de Julian Ritter. Elle a beaucoup voyagé au Canada, aux États-Unis et au Mexique et a étudié trois ans à San Miguel de Allende. Le Cleveland Museum of Art a exposé ses œuvres, et certains de ses portraits et reconstitutions de scènes sont en permanence au Musée national des Sciences naturelles, au Musée national de l'Homme et au Musée canadien de la Guerre, à Ottawa. Nombre de Canadiens ont découvert l'œuvre de mademoiselle Kish grâce aux peintures de fond qu'elle exécuta pour le train et les caravanes du Centenaire.

Introduction

On peut s'interroger sur l'intérêt de savoir que des reptiles géants de toutes sortes peuplaient autrefois la surface de ce qui est aujourd'hui le Canada. En effet, beaucoup de besoins plus pressants conditionnent directement notre bien-être. Mais à mesure que ceux-ci sont satisfaits, au moins pour l'essentiel, l'homme ressent un besoin toujours plus impérieux d'explorer son milieu et d'en manipuler les matériaux constitutifs. Fasciné par la cohérence de la nature, il est ravi lorsqu'il peut prédire un fait jusque là insoupçonné qui se révèle à lui comme la conséquence logique de ce qu'il savait déjà. C'est cette tendance innée qui nous a permis de nous rendre compte, entre autres choses, qu'il y eut un jour des dinosaures. Le but de cet ouvrage est précisément d'évoquer, dans toute la mesure du possible, l'image du monde disparu des dinosaures du Canada.

De nombreux chercheurs ont consacré une grande partie de leur vie à explorer ce qui reste du Canada de l'époque des dinosaures. Sans aide, nul ne peut, à partir de ces vestiges, écrire une histoire naturelle populaire de ce temps, et l'auteur s'excuse auprès de ses collègues des inexactitudes qu'ils ne manqueront pas de relever ici. La rapidité de l'accumulation des données rendra vite certaines parties de ce texte désuet, surtout en ce qui concerne notre connaissance de la vie végétale au cours de la dernière partie de l'ère des dinosaures. Nous espérons néanmoins que cet ouvrage aidera à comprendre ce que le physique de l'Ouest canadien peut avoir été au cours de cette période très intéressante et relativement bien documentée.

Nous devons à Susanne M. Swibold les photographies en couleur qui illustrent le texte. Elles dépeignent la beauté des badlands de l'Ouest canadien et montrent des paysages modernes semblables à ceux qui existaient lors de la formation de leurs strates aujourd'hui stériles. La photographe donne ainsi son interprétation visuelle de quelques-uns des objets que les spécialistes des sciences naturelles ont le privilège d'étudier. Quant aux peintures d'Eleanor Kish, la valeur artistique en est manifeste; nous espérons que ces reconstitutions donnent également une idée assez exacte d'un milieu que l'homme n'a jamais vu.

De nombreuses autres personnes ont contribué par leur temps et leur talent à la réalisation de cet ouvrage. MM. Albert Dugal et David Jarzen ont généreusement apporté leur compétence en botanique, à la fois sur le terrain et en laboratoire. MM. Frank Simpson, Wallace Tucker et John Ostrom ont bien voulu revoir le manuscrit des points de vue de la géologie, de l'astronomie et de la paléontologie des vertébrés respectivement. C'est toutefois à l'auteur seul que doit revenir la responsabilité des erreurs et des fautes d'interprétation. MM. Clair Brown, Arnold Lewis et William Gillis ont fourni une aide inestimable en nous guidant à travers la végétation indigène et exotique qui croît le long du golfe du Mexique aux États-Unis. M. et Mme Gilles Danis ont repéré les sites d'intérêt géologique pour la mission photographique en Alberta et en Saskatchewan. Enfin, l'auteur remercie ses amis des Prairies canadiennes de lui avoir permis, de même qu'à d'autres spécialistes, d'étudier les fragments sédimentaires se trouvant sur leurs terrains et ainsi de partager son intérêt pour le passé du Canada.

Ottawa, le 14 mai 1974

I Squelettes fossiles

Lever de soleil sur la prairie d'herbe rase, sud de l'Alberta (S72-4019)



Les rigueurs du climat du Canada sont familières aux habitants de cette vaste contrée du nord de l'Amérique. Pourtant ce climat est relativement clément! Il n'y a que quelques dizaines de milliers d'années, approximativement le long des limites territoriales actuelles du Canada, s'étendait la bordure d'un glacier continental formant une couche ininterrompue de plusieurs milliers de mètres d'épaisseur. Pour des raisons encore mal connues, le climat devint plus chaud et plus sec il y a environ 12000 ans. La couche glaciaire se fragmenta et se désintégra, laissant derrière elle un manteau de sables et de graviers qu'avait apportés le glacier, ainsi que des sédiments déposés dans les cours d'eau et les lacs qui se formèrent pendant sa fonte. Venu de l'est de l'Asie, l'homme pénétra d'abord en Amérique du Nord par un pont continental reliant la Sibérie et l'Alaska. Plus récemment, il traversa l'océan Atlantique en provenance d'Europe occidentale. Les contours des pays actuels commencèrent alors à se dessiner.

Après le retrait des glaces, les fleuves réoccupèrent les vallées des anciens cours d'eau dans la prairie de l'Ouest canadien. Par érosion, ils creusèrent le manteau de débris glaciaires déposés dans le fond des vallées, découvrant ainsi

des sédiments beaucoup plus anciens. La chaleur et la sécheresse des étés empêchèrent les forêts de croître. Le tapis végétal est maintenant si ténu que les anciens sédiments affleurent souvent le long des versants des vallées fluviales, sous le niveau de la prairie. Au cours de l'été 1874, des géologues de la Commission de sa Majesté sur les frontières nord-américaines *(Her Majesty's North American Boundary Commission)*, se déplaçant vers l'ouest le long du 49e parallèle à partir du lac des Bois, atteignirent la vallée de la Rocky Creek dans les Territoires du Nord-Ouest d'alors, aujourd'hui la Morgan Creek (Saskatchewan). C'est là qu'ils trouvèrent, dans les anciens sédiments, les premiers os de dinosaures jamais récoltés au Canada.

Les équipes de la Commission géologique du Canada, continuant d'explorer les régions occidentales de la prairie, découvrirent d'autres ossements de dinosaures. De grandes dimensions, isolés et généralement fragmentés, les os saillaient des parois des vallées, en particulier là où les sédiments étaient composés de sables et de limons d'anciennes plaines côtières. Dans d'autres zones, où les sédiments anciens étaient formés de boues



Centre-ouest du Canada.



Centre-ouest du Canada. On peut voir les bords de la grande dépression et la frontière actuelle entre la forêt et la prairie. Les badlands se situent le long de la Red Deer, aux environs de Drumheller et du Parc provincial des Dinosaures.

Partie inférieure de la Formation de Horseshoe Canyon le long de la Red Deer près de Drumheller (Alberta) (S72-3969)



déposées au fond de mers disparues depuis longtemps, on trouva des coquilles d'organismes marins éteints. Tous ces êtres avaient vécu durant la dernière partie de cette période de l'histoire de la Terre que l'on appelle le Mésozoïque ou l'âge des dinosaures. Ainsi, les brèches que formèrent les rivières dans la couverture de débris de l'époque glaciaire révélèrent un vaste dépôt beaucoup plus ancien de sédiments deltaïques et marins peu profonds, qui s'étend du lac des Bois aux montagnes Rocheuses.

En 1884 et 1889, des géologues pénétrèrent par l'ouest dans la vallée de la rivière Red Deer, au centre de l'Alberta, et l'explorèrent jusqu'à son confluent avec la Saskatchewan du Sud. Ils découvrirent deux vastes zones où les anciens sédiments deltaïques étaient à nu sur les versants inclinés de la vallée; ces zones, usées par l'érosion, étaient devenues d'immenses badlands au relief très travaillé, jonchés de fragments d'os de dinosaures. Quelques os furent laborieusement extraits des badlands, tantôt par les chercheurs eux-mêmes, tantôt avec l'aide de chevaux. Chargés sur des bateaux et des chariots, puis transportés sans trop de précautions jusqu'aux gares de chemin de fer, ils atteignirent finalement le Musée de la Commission géologique à Ottawa. Vers le tournant du siècle, on sonda la plus grande des deux zones, la plus au sud. Bien que leurs récoltes de reptiles fossiles aient révélé la présence de différentes

Cactus, Parc provincial des Dinosaures (S72-4031)



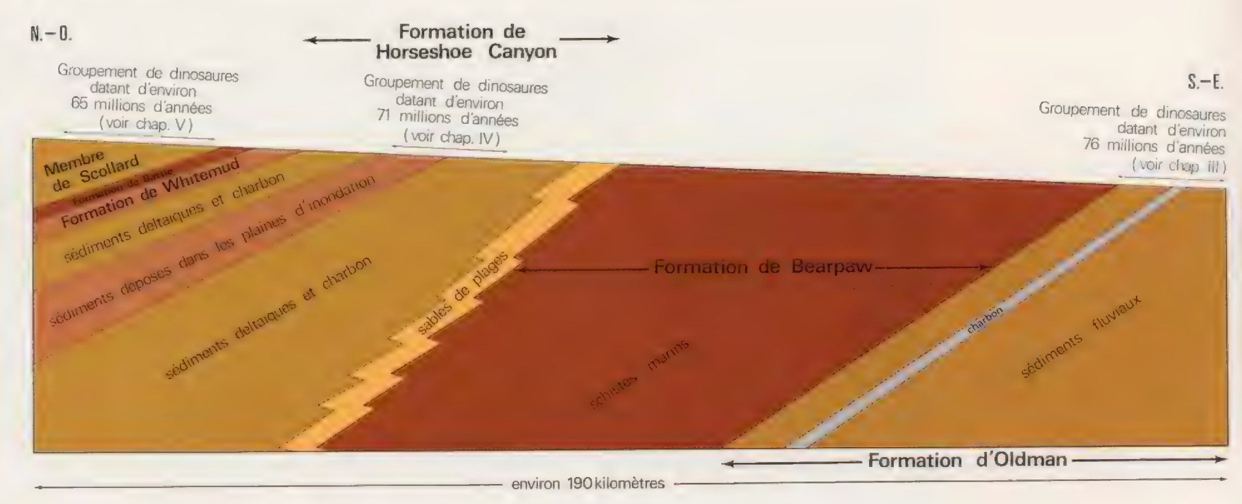
sortes de dinosaures, les chercheurs furent distraits des spécimens plus rares et plus complets par les grandes quantités d'os isolés et bien conservés. N'ayant pas l'habitude de récolter des objets aussi lourds et fragiles, ils éprouvèrent de sérieuses difficultés pour les sortir de cette région pratiquement inhabitée. Le matériel qu'ils réussirent pourtant à extraire fut expédié au Musée et décrit. Puis les savants de la Commission se tournèrent vers l'exploration d'autres secteurs du quasi-continent qui constituait leur champ d'activité.

Aux États-Unis, le premier gisement important de squelettes complets de dinosaures fut découvert en 1877 à Como Bluff (Territoire du Wyoming) à un peu plus d'un kilomètre de la voie du chemin de fer Union Pacific. Au cours des douze années qui suivirent, des tonnes d'os y furent récoltées pour le Peabody Museum of Natural History de Yale à New Haven (Connecticut) et pour le National Museum of Natural History à Washington. En 1897, l'American Museum of Natural History, à New York, se mit lui aussi en quête de restes de dinosaures dans l'ouest des États-Unis; en 1909, ses chercheurs avaient réuni une collection importante de fragments de squelettes de dinosaures provenant des affluents du Missouri, au sud du 49e parallèle, et ils pouvaient faire appel à une expérience de trois décennies dans la récolte d'os fossiles grands et fragiles.

Vers la même époque, un fermier albertain, qui avait vu les os de dinosaures exposés à l'American Museum of Natural History, signala aux savants que de grandes quantités d'os semblables se trouvaient dans son ranch, près de Drumheller, sur la rivière Red Deer. Après une évaluation préliminaire en 1909, une expédition de l'American Museum descendit la Red Deer l'année suivante dans un grand bateau à fond plat. L'équipe commença à recueillir des os sur les versants de la vallée à 65 kilomètres en amont de Drumheller, chargeant les spécimens à bord à mesure qu'elle descendait la rivière. De nouveau les chercheurs furent détournés des restes complets par l'abondance d'os isolés et bien conservés. Malgré leur nombre, les pièces récoltées n'étaient pas de meilleure qualité que celles qui avaient été recueillies auparavant en aval. En 1911 toutefois, on dégagea un squelette entier d'une nouvelle sorte de dinosaure à bec de canard que l'on expédia à New York. Les dinosaures suscitaient un tel intérêt que la Commission géologique du Canada ne pouvait ignorer l'importance des travaux de l'American Museum le long de la Red Deer.

En 1912 la Commission envoya une équipe de chercheurs expérimentés et bien équipés dans les environs de Drumheller, en aval du groupe de l'American Museum. Tandis que l'équipe de la Commission se familiarisait avec le terrain, l'autre groupe se sépara en deux pour commencer à récolter d'excellents spécimens plus au sud, dans la seconde zone de badlands, 65 kilomètres en aval de Drumheller. Aiguillonnés par la présence des autres, les membres des deux expéditions ne cherchaient plus que du matériel complet, squelettes ou au moins crânes. Pendant quatre ans, ils luttèrent farouchement pour recueillir le plus possible de spécimens de qualité. Après 1915, l'American Museum cessa ses activités en Alberta. Par contre, bien qu'en nombre décroissant, des équipes du Musée de la Commission géologique (aujourd'hui Musées nationaux du Canada), du Royal Ontario Museum et de quelques autres musées poursuivirent leurs recherches le long de la rivière jusqu'au milieu des années trente.

Coupe des trois couches ayant produit des dinosaures le long de la Red Deer. Les sédiments à l'origine presque horizontaux ont été basculés vers les Rocheuses par un enfoncement de la grande dépression vers l'ouest, le long de son axe principal. La dimension verticale est fortement exagérée.



Actuellement les restes de plus de 475 squelettes de dinosaures, dont beaucoup sont presque complets, ont été récupérés sur les versants dénudés de la vallée de la Red Deer, au prix de plus de 15000 hommes-jours de labeur. Ces restes proviennent des sédiments de trois époques distinctes. Les squelettes les plus anciens appartenaient à des animaux morts des dizaines de millions d'années avant la fin de l'ère des dinosaures et les plus jeunes remontent à l'époque de l'extinction de la race. Si on a pu récolter tant d'os, c'est à cause de l'étendue des badlands bordant la rivière et de l'abondance des fossiles contenus dans les sédiments exposés. Nous devons aussi beaucoup à l'esprit de compétition et à la loyauté dont firent preuve les équipes de l'American Museum et de la Commission géologique. Chacune stimulait l'autre et fournissait un but aux chercheurs qui suivaient. Si les spécimens n'avaient pas été récoltés, ils auraient été détruits par l'action continue des éléments sur les badlands. Au cours des décennies, les eaux de pluies et de fonte des neiges ont mis à nu de nouveaux squelettes, ce qui a renouvelé la production de fossiles près de la Red Deer.

La vallée de la Red Deer constitue le centre de la recherche de dinosaures au Canada. Nulle part ailleurs les badlands ne se sont révélés aussi étendus ni aussi riches en restes de dinosaures. Entre 1920 et 1962, des chercheurs, en majorité du Musée national du Canada, explorèrent les régions

Reste de genévrier dans la prairie albertaine (S72-4128)



voisines de la prairie. Ils trouvèrent quelques spécimens dans les vallées des rivières Bow, Little Bow et Milk, le long des flancs occidentaux des collines du Cyprès dans le sud de l'Alberta, et dans les vallées de la Saskatchewan du Sud, de la rivière des Français et de la Morgan Creek dans le sud de la Saskatchewan. Cependant, ces récoltes ne furent pas abondantes et constituèrent probablement la phase finale de la recherche de dinosaures dans l'Ouest canadien. L'érosion continuera d'exposer des squelettes dans les badlands de la prairie, mais on en découvrira de moins en moins qui appartiennent à des formes auparavant inconnues. Au nord et à l'est, les anciens sédiments contenant des restes de dinosaures sont cachés par une couverture presque ininterrompue de lacs, de marais et de forêts. À l'ouest, ils sont cassés et écrasés contre les roches archaïques des contreforts orientaux des Rocheuses canadiennes.

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, on a foré le sol des forêts et les débris glaciaires des plainés à l'est des Rocheuses pour y chercher du pétrole et d'autres dépôts minéraux. Au-dessous des plaines, on a trouvé une grande dépression de sédiments anciens s'étendant de l'embouchure du Mackenzie, au nord, jusqu'au golfe du Mexique, sur une largeur d'environ 1500 kilomètres. Ces sédiments sont une mine de renseignements sur le milieu dans lequel vivaient les dinosaures.

II Reflets du passé



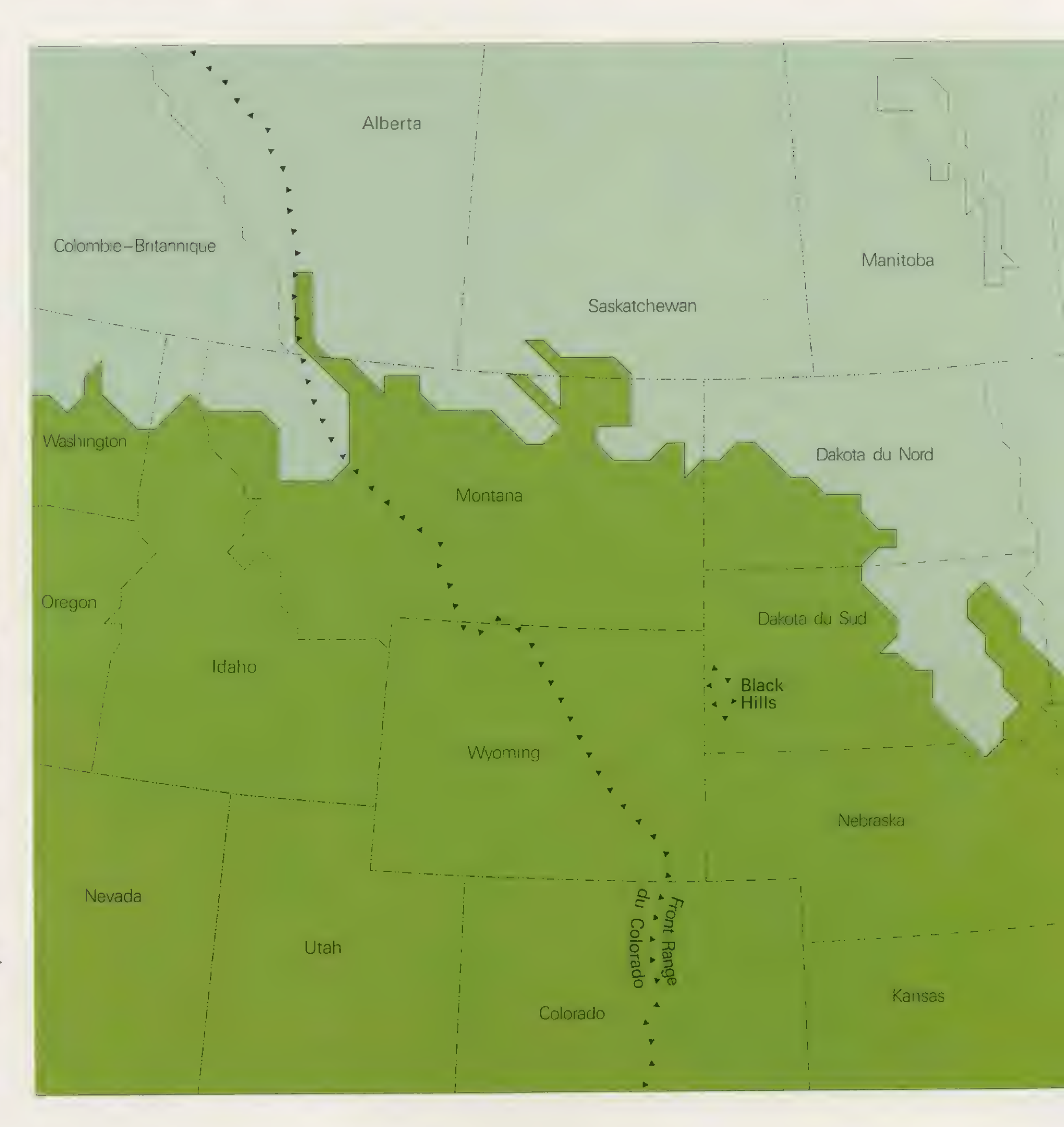
La grande dépression

Le temps se mesure par le changement, qu'il s'agisse du mouvement d'instruments ou de l'aspect de notre corps. Nous éprouvons souvent le besoin de nous échapper vers des endroits où le temps ne pourra nous rejoindre: la cathédrale ou le cœur d'une forêt sont alors un refuge. Et là encore, tout en songeant à notre existence, nous ne pouvons oublier que même les cathédrales s'écroulent et que les forêts finissent par périr. Les calculs des astronomes témoignent de la déformation progressive des constellations à mesure que les étoiles traversent le firmament. Les œuvres de la nature et de l'homme se désintègrent et disparaissent. Rien ne dure sur la voûte céleste ou à la surface de la mer. Seul le relief de la terre semble éternel.

Pourtant nous entendons parler de tremblements de terre, de glissements de terrain, de l'érosion qui détruit des sols cultivés ou des problèmes causés par les boues laissées par les inondations. Au long des âges, la récurrence de ces événements change l'aspect de la planète. La croûte terrestre elle-même n'est pas parfaitement rigide, et jusque dans les zones qui paraissent les plus stables, lentement elle se soulève, se plie et s'enfonce avec le temps. À mesure qu'une région est soulevée, sa surface se désagrège sous l'effet des attaques du vent, de l'eau, du gel et de la glace. Les cours d'eau entraînent ensuite les fragments ainsi formés vers des régions plus proches du niveau de la mer. Si ces régions s'enfoncent lentement, des milliers de mètres de sédiments peuvent s'accumuler. Les parties dures des plantes et des animaux qui meurent à la surface de telles régions et celles qui y sont apportées par les vents et les eaux sont enfouies dans l'accumulation de sédiments. Quand une telle région cesse de s'enfoncer et commence à se soulever, les sédiments déposés en dernier sont de nouveau dispersés par les éléments. Là où la couverture végétale et le sol sont disloqués, les parties dures fossilisées des plantes et des animaux autrefois enterrées dans les sédiments sont exhumées à la surface d'érosion. Tant que la région continue à se soulever, l'érosion met à jour des sédiments et des fossiles de plus en plus anciens.

La grande dépression recouverte de sédiments anciens située à l'est des Rocheuses marque l'emplacement d'une vaste région qui s'enfonçait lentement au cours de la dernière partie de l'ère des dinosaures. La surface de l'accumulation des sédiments était généralement au-dessous du niveau de la mer; le vent et les cours d'eau y apportaient la cendre volcanique et les boues fines en provenance des terres que baignait la mer intérieure. Une longue chaîne de montagnes instables et en surrection bordait la mer sur toute sa rive occidentale, de l'océan Arctique au golfe du Mexique. Les cours d'eau qui descendaient de ces montagnes transportaient d'énormes quantités de sédiments vers l'est, construisant des deltas dans la dépression. À certaines périodes, l'apport de sédiments ne pouvait suivre le rythme de l'enfoncement de la dépression sur sa bordure occidentale et les deltas étaient submergés. D'autres fois, des chaînes se soulevant lentement changeaient le cours des rivières qui déversaient de nouvelles masses de sédiments et formaient des deltas dans d'autres régions de la côte occidentale.

Centre-ouest des États-Unis. On peut voir les zones où le fond de la mer intérieure a été ramené à la surface en bordure des Black Hills et de la Front Range au Colorado. La limite méridionale des glaciers continentaux à la période glaciaire est aussi indiquée.



Puis, longtemps après la fin des derniers dinosaures, toute la dépression se releva au-dessus du niveau de la mer. C'est pourquoi on a trouvé des sédiments anciens le long des vallées fluviales au Canada, sous le manteau de débris glaciaires.

Les glaciers ne s'étendirent guère au-dessous du 49e parallèle à l'ouest du lac des Bois. Les grandes plaines des États-Unis sont donc généralement dépourvues de blocaille d'origine glaciaire. Les étés y sont normalement plus chauds qu'au Canada et le climat est souvent plus aride. Aux États-Unis, la moitié occidentale de la grande dépression subit des mouvements verticaux de l'écorce terrestre qui exhumèrent d'anciens sédiments sur les flancs des Black Hills dans le Dakota du Sud, des monts Big Horn au Wyoming, de la chaîne Front Range au Colorado et dans un certain nombre d'autres régions. C'est à la suite de ces mouvements que les sédiments qui furent déposés au fond de l'ancien couloir marin au cours de la dernière partie de l'ère des dinosaures affleurent aujourd'hui largement dans les hautes plaines et les Rocheuses orientales aux États-Unis.

Ces sédiments encerclent les Black Hills dans l'est du Wyoming et l'ouest du Dakota du Sud. Un géologue pourrait les explorer seul, sous la voûte chaude et bleue d'un ciel d'été. En regardant autour de lui, il verrait des collines stériles



Schéma des Black Hills dans le Dakota du Sud et des sédiments marins inclinés sur leurs flancs.

Badlands de boues marines solidifiées sur le bord sud-ouest des Black Hills. Gracieuseté du U.S. Geological Survey.

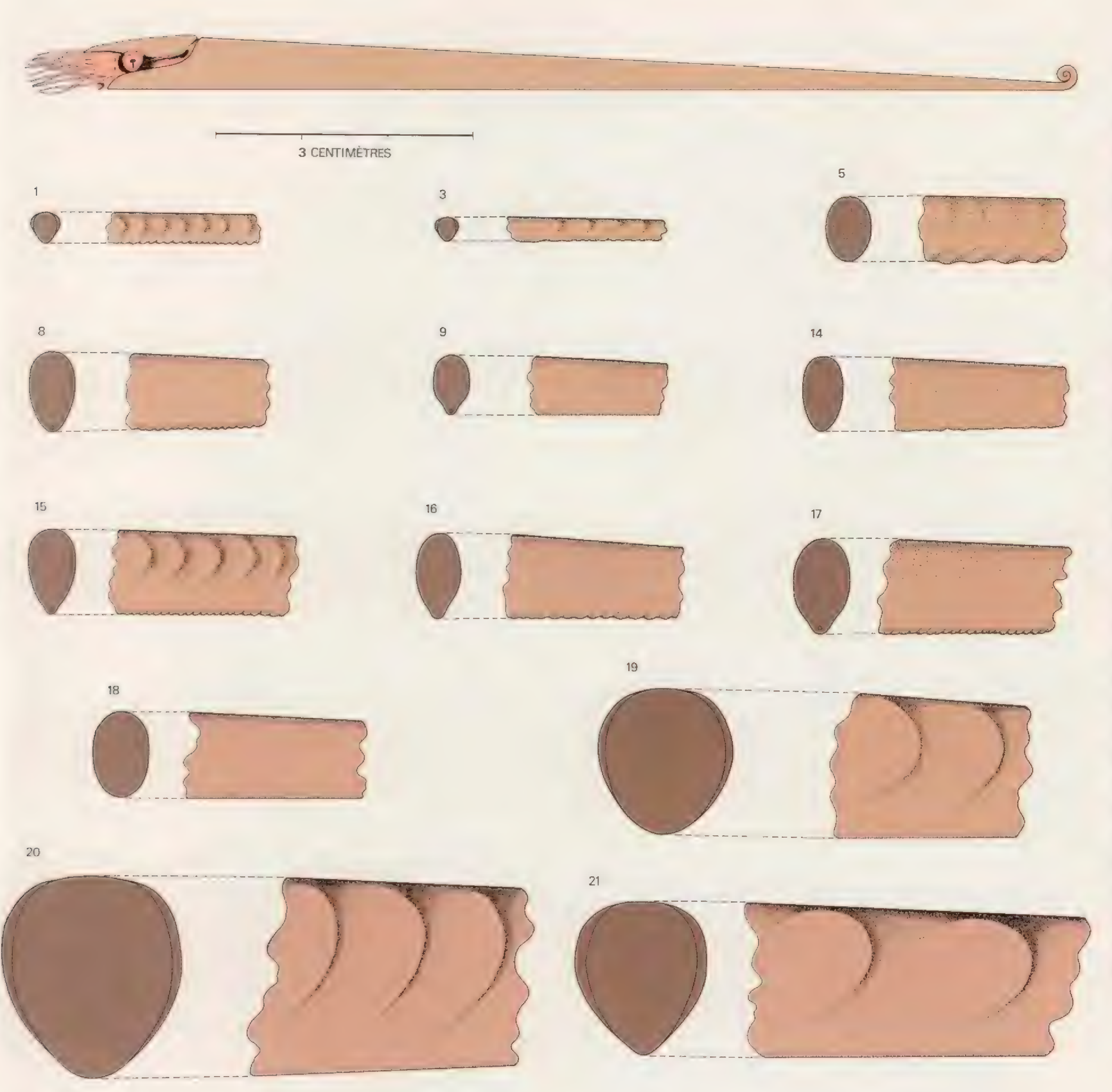


sculptées par les éléments dans les sédiments déposés il y a bien longtemps, lorsque le monde était différent. Il pourrait atteindre et même toucher les anciennes argiles qui s'y trouvent, mais comment ne se sentirait-il pas frustré devant son incapacité à soulever le voile séparant sa vie de leurs origines muettes et à pénétrer le monde dans lequel elles furent formées bien avant qu'il n'existât. Pourtant, en cherchant les sédiments, il trouverait des indices lui permettant de remonter le cours du temps.

Des jalons dans le temps

La région était alors éloignée du rivage de la mer qui la recouvrait et au fond de laquelle les particules d'argile se déposèrent. C'est parce que le fond de cette mer s'enfonça d'une manière progressive mais soutenue que l'on retrouve, sous une accumulation de quelque mille mètres de sédiments, des restes de mollusques à coquille qui vivent aujourd'hui à 70 mètres de profondeur seulement. L'enfoncement s'interrompit alors et fit place à un soulèvement qui forma les Black Hills. Dans l'est du Wyoming, la couverture de sédiments marins fut relevée et inclinée vers l'ouest et son bord supérieur s'éroda ensuite en une longue bande de badlands de deux à trois kilomètres de largeur en moyenne. Un temps considérable s'était alors écoulé depuis la première formation de sédiments.

Baculite restaurée et coquilles de Baculites trouvées dans des sédiments marins dans tout le centre-ouest de l'Amérique du Nord. Le numéro 1, Baculites obtusus, *correspond à la forme trouvée le plus bas dans les Black Hills, donc la plus ancienne; les autres coquilles ont été trouvées plus haut et sont donc plus jeunes dans la série. Le numéro 15 est* Baculites cuneatus *et le numéro 20 est* Baculites grandis.



On peut trouver, s'effritant à la surface des badlands, des fossiles de nombreux organismes marins, notamment des coquilles d'animaux aujourd'hui éteints présentant des analogies avec le calmar et appelés Baculites. Leur corps se tenait dans une chambre à l'avant d'une coquille cylindrique qui se rétrécissait vers l'arrière pour se terminer en une fine spirale comme celle de l'escargot. Ces animaux mesuraient jusqu'à plusieurs dizaines de centimètres de longueur et se laissaient probablement flotter, bien qu'ils aient sans doute été capables de se propulser rapidement sur de courtes distances grâce à un jet d'eau qu'ils expulsaient d'une poche musculaire interne.

Les coquilles de Baculite trouvées près du fond de la couverture de boue solidifiée sont relativement petites et portent des côtes, grosses sur les flancs et fines sur le bord ventral. À mesure qu'on remonte la couche de sédiments sur 800 mètres, les coquilles s'agrandissent et leurs flancs deviennent tour à tour lisses, costulés, lisses, costulés et lisses à nouveau. Le bord ventral porte des côtes successivement fines, grosses, fines, grosses puis fines. Dans les 215 derniers mètres de sédiments marins, on trouve une nouvelle sorte

de coquille de Baculite plus grande, dont la taille augmente et diminue tour à tour et dont les côtes latérales deviennent beaucoup plus espacées à mesure que l'on se rapproche du sommet de la couverture de boue solidifiée. Ce sont les coquilles provenant du fond de l'empilement sédimentaire qui ont été enfouies les premières et qui sont donc les plus anciennes. On voit ainsi que les coquilles de Baculite changeaient avec le temps et l'accumulation des sédiments.

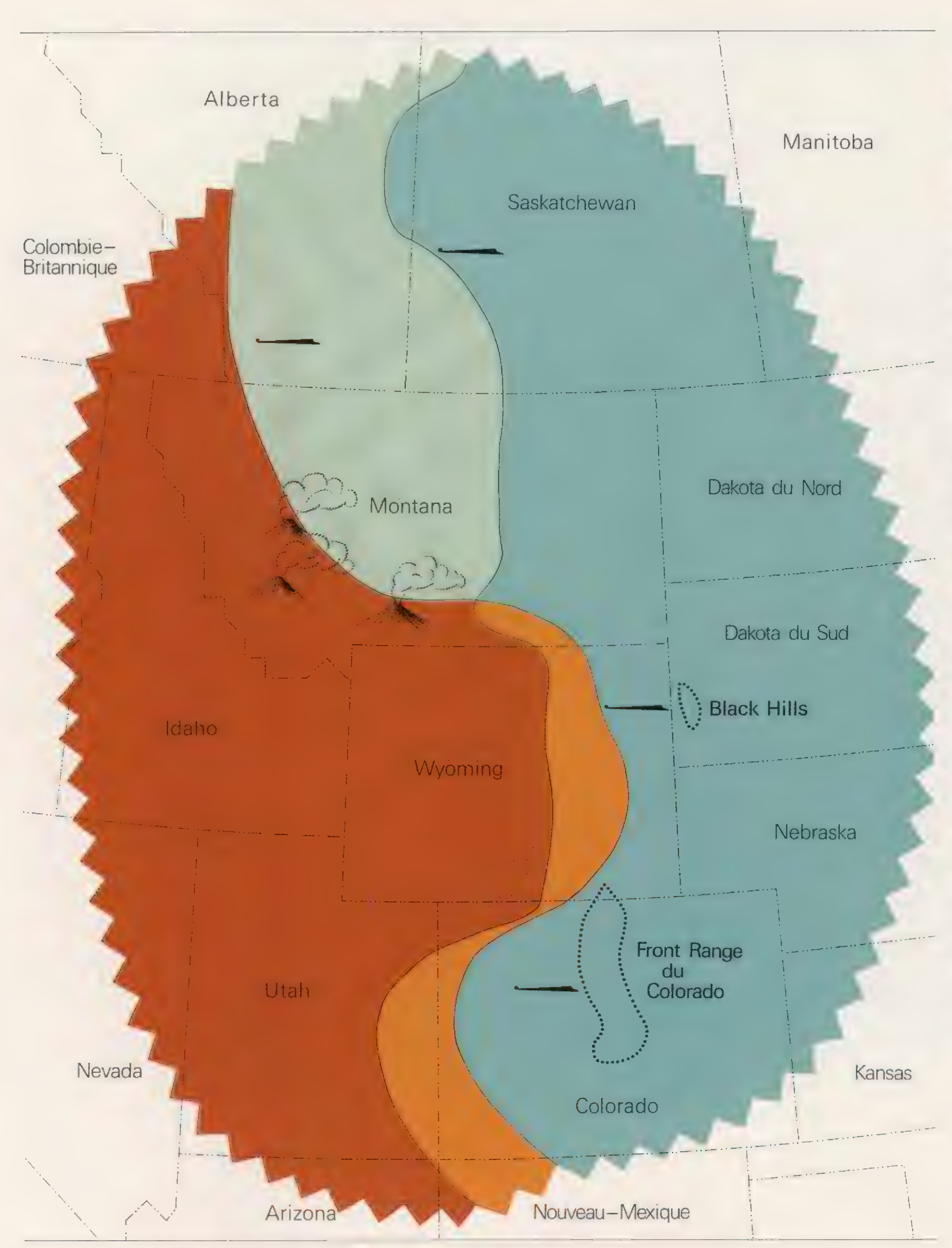
On divise ainsi la couverture de sédiments marins du versant ouest des Black Hills en 21 couches, qui se succèdent progressivement, d'après la forme des Baculites fossiles qu'elles contiennent. Or le long de la Front Range, au Colorado, 400 kilomètres au sud, on retrouve dans le même ordre les 21 mêmes types de coquilles fossiles dans une accumulation de 1 700 mètres de sédiments marins. Lorsque, dans la grande dépression, on est en présence d'une coquille fossile appartenant à l'un de ces 21 types, on suppose que les sédiments dans lesquels elle était enfouie s'accumulèrent en même temps que ceux dans lesquels on a trouvé des coquilles similaires dans d'autres régions. Une coquille d'un type donné est donc représentative d'une période, celle au cours de laquelle vécut son occupant qui, à sa mort, l'abandonna aux sédiments s'accumulant peu à peu au fond de la mer.

Nous savons maintenant que la forme des coquilles de ces anciens mollusques reflète le passage du temps et qu'elle permet de déterminer l'âge relatif de couches sédimentaires distantes de plusieurs centaines et même milliers de kilomètres. Il nous reste encore à savoir quand vécurent ces animaux et combien de temps durait un type de coquille avant d'être lentement remplacé par un autre.

Près de l'emplacement de la ville de Lethbridge, dans le sud de l'Alberta, se trouvait autrefois un delta que la mer envahit. En examinant soigneusement les affleurements de boues solidifiées recouvrant immédiatement les sables, le limon et la houille du delta, on trouve des coquilles presque lisses d'une espèce de Baculite nommée *Baculites cuneatus*. À l'époque où ces coquilles furent enfouies au fond de la mer, une importante éruption volcanique se produisit à quelque 300 kilomètres au sud. Les retombées de cendres couvrirent le fond marin et formèrent une couche intercalée dans les sédiments recelant des coquilles de *Baculites cuneatus*. Ces cendres contenaient de très faibles quantités de potassium radioactif dans un minerai appelé sanidine. Au rythme annuel de 472 atomes pour mille milliards d'atomes de potassium radioactif, le potassium se change en un gaz rare, l'argon. En mesurant précisément la quantité de potassium radioactif restée dans les petits cristaux de sanidine et la quantité d'argon produit, puis en les comparant à la quantité d'argon qui se forme en un an, on peut calculer le temps qui s'est écoulé depuis que les cendres ont été expulsées du volcan. On sait ainsi que les cendres de Lethbridge remontent à 73 millions d'années et qu'à l'époque l'ancien delta était déjà inondé.

On a aussi trouvé des coquilles de *Baculites cuneatus* dans la vallée de la Saskatchewan du Sud, en Saskatchewan, près des Black Hills dans le Wyoming et le long de la chaîne Front Range au Colorado. Comme les animaux qui produisirent ce type de coquille durent vivre vers la même époque, il s'ensuit que ces régions étaient également immergées il y a 73 millions d'années. Les coquilles de *Baculites cuneatus* constituent le quinzième type de coquille en partant de la base des boues solidifiées près des Black Hills. En continuant à remonter, on trouve le vingtième type, *Baculites grandis*, qui est très grand, comme son nom l'indique, et porte de grosses côtes latérales. Dans le Montana, les cendres volcaniques qui ont recouvert le fond

Régions où ont été recueillies des coquilles de Baculites cuneatus *dans les boues marines solidifiées. Les zones bleu pâle au nord correspondent au delta inondé et les zones marron clair au sud, aux terres qui émergèrent simultanément.*



de la mer à l'époque du *Baculites grandis* ont environ 70 millions d'années. Outre les 21 formes découvertes près des Black Hills, on a identifié de nombreuses autres séries de coquilles dans les sédiments qui furent déposés vers la fin de l'ère des dinosaures. On a aussi daté plusieurs autres retombées de cendres volcaniques. Il semblerait d'après ces dates que la durée d'un type donné de coquille soit d'à peu près 500 000 ans. Les données fournies par les retombées de cendres et les types de coquille permettent ainsi d'estimer l'âge des sédiments déposés dans toute la grande dépression au cours de la dernière partie de l'ère des dinosaures.

La géographie d'un monde disparu
Une fois qu'il connaît l'âge des sédiments, le géologue peut commencer à se représenter l'Amérique du Nord à différents moments et ainsi se familiariser avec son histoire. À l'aide des restes fossiles des organismes, qui ont changé lentement au cours des millénaires, et grâce aux éléments radioactifs des cristaux minéraux qui se décomposent à un rythme connu, on est aujourd'hui à même de déchiffrer l'histoire de la terre. On sait maintenant comment reconnaître les sédiments d'un âge donné. Choisissons un point dans le temps, par exemple il y a 80 millions d'années, et voyons ce que les sédiments nous apprennent sur la partie septentrionale de

notre continent. Nous commencerons par examiner les éléments relatifs à la topographie et ensuite ceux qui concernent le climat. Et nous verrons que nous avons une bien meilleure connaissance de la géographie de cette partie de la planète à l'époque des dinosaures que Jacques Cartier n'en avait de l'Amérique lorsqu'il quitta Saint-Malo en 1534 pour explorer les nouvelles terres au nom de François I[er].

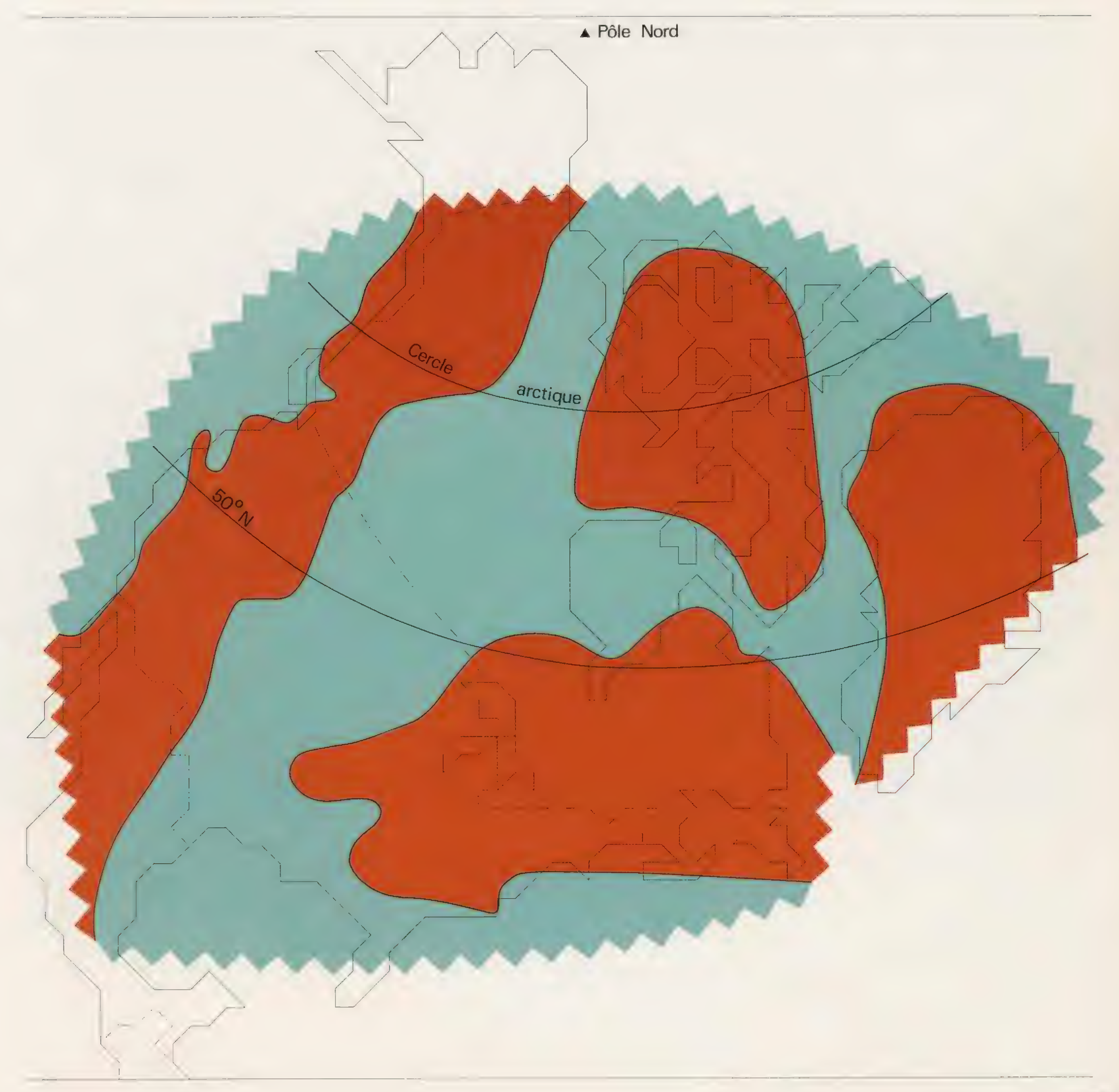
L'examen de la série de formes de Baculites et des âges au cours desquels on estime qu'elles ont vécu indique que les coquilles du *Baculites obtusus* remontent à environ 80 millions d'années. Leurs flancs portent de grosses côtes et leur bord ventral est en dents de scie. On les rencontre dans les boues solidifiées les plus basses, et donc les plus anciennes, près des Black Hills. On en a aussi trouvé dans des boues semblables au Colorado, dans le Wyoming, le Montana et le sud de l'Alberta. Les boues marines de cet âge affleurent ou ont été pénétrées par des puits dans la plus grande partie des provinces des Prairies. À l'ouest, les boues solidifiées font place aux sables de plage fossilisés, puis au limon et aux dépôts marécageux deltaïques près de la limite entre l'Alberta et la Colombie-Britannique. À l'est des monts Pembina, en plein sud du Manitoba, les sédiments de cet âge ont été érodés. À l'extrémité orientale de leur répartition actuelle, toutefois, ils ressemblent encore à des sédiments déposés sur le fond d'une mer, des centaines de kilomètres au large. Le rivage devait se trouver beaucoup plus à l'est, dans l'ouest de l'Ontario. Il y a 80 millions d'années, le centre du continent était donc recouvert d'une mer intérieure qui avait au moins 1 500 kilomètres de largeur à l'actuelle frontière du Canada et des États-Unis.

Si Cartier avait pu franchir 80 millions d'années comme l'océan Atlantique, d'après nos cartes il aurait dévié vers le nord-ouest dans un bras étroit et peu profond bordé sur des centaines de kilomètres par des falaises abruptes. En supposant que ce détroit eût été navigable, la Grande Hermine aurait pu voguer vers le sud-ouest en traversant un large golfe dans la région de la Baie d'Hudson. Au nord se trouvait une grande île d'anciennes roches cristallines, d'où les fleuves coulaient jusqu'à la mer arctique. Au sud s'étendait le continent insulaire des Appalaches, avec des chaînes aux sommets arrondis bordant la côte au sud-est. Le golfe s'ouvrait alors vers l'ouest dans une vaste mer intérieure qui recouvrait ce qui allait devenir les Prairies, de l'océan Arctique au golfe du Mexique. Cependant, même alors, Cartier n'aurait pu parvenir jusqu'aux richesses de Catay car une grande chaîne de montagnes émergeait à l'ouest.

Nous avons vu que les montagnes occidentales étaient très instables. Le continent nord-américain avait depuis longtemps commencé à se séparer de l'Europe et de l'Afrique, et ces montagnes correspondaient à une vaste zone de perturbation où les roches continentales étaient poussées par-dessus les roches plus lourdes du fond du Pacifique. Les tremblements de terre étaient fréquents dans cette région; simultanément, des volcans se formaient et de grandes masses de roche granitique en fusion envahissaient les racines des chaînes de montagnes. Le champ magnétique terrestre orientait les cristaux de minerais de fer des masses en fusion qui se refroidissaient, tout comme il place aujourd'hui les extrémités de l'aiguille de la boussole dans la direction nord-sud, et les minerais de fer en suspension dans les sédiments furent orientés de la même façon, puis fixés au cours de la pétrification des sédiments. On peut calculer l'âge du granite qui a été en fusion par la quantité changée en argon du potassium radioactif qui s'y trouvait. D'autre part, on détermine l'âge des sédiments par les coquilles de Baculites et les retombées de cendres qu'ils contiennent. Ainsi les minerais de fer des roches granitiques et sédimentaires exposées dans les îles de l'Arctique, le Québec et la Californie et datant d'environ cent millions d'années ont été « fossilisés » en pointant vers le pôle Nord magnétique de l'époque. Or les lignes ainsi formées convergent toutes vers un pôle Nord situé nettement à l'ouest de l'Alaska et qui se rapprochait très lentement de son emplacement actuel au centre de l'océan Arctique.

Il y a 80 millions d'années environ, lorsque vivait le *Baculites obtusus*, le pôle Nord était situé à

Le Canada il y a 80 millions d'années.



quelque 300 kilomètres au large de la côte nord-ouest de l'Alaska. Si l'axe de rotation de la Terre avait été incliné d'à peu près 23° par rapport au plan de son orbite autour du Soleil, comme c'est le cas aujourd'hui, le cercle arctique aurait traversé le Canada des îles de la Reine-Charlotte, au large de la côte de la Colombie-Britannique à l'ouest, à l'île Ellesmere, au large de la côte nord-ouest du Groenland à l'est, en passant par le Grand Lac des Esclaves dans le district de Mackenzie. Par rapport à la position du pôle, Vancouver aurait alors été environ mille kilomètres plus au nord et la vallée du Saint-Laurent quelque mille kilomètres plus au sud. Les anciennes Rocheuses et le rivage occidental de la mer intérieure étaient donc alors orientés dans la direction nord-sud.

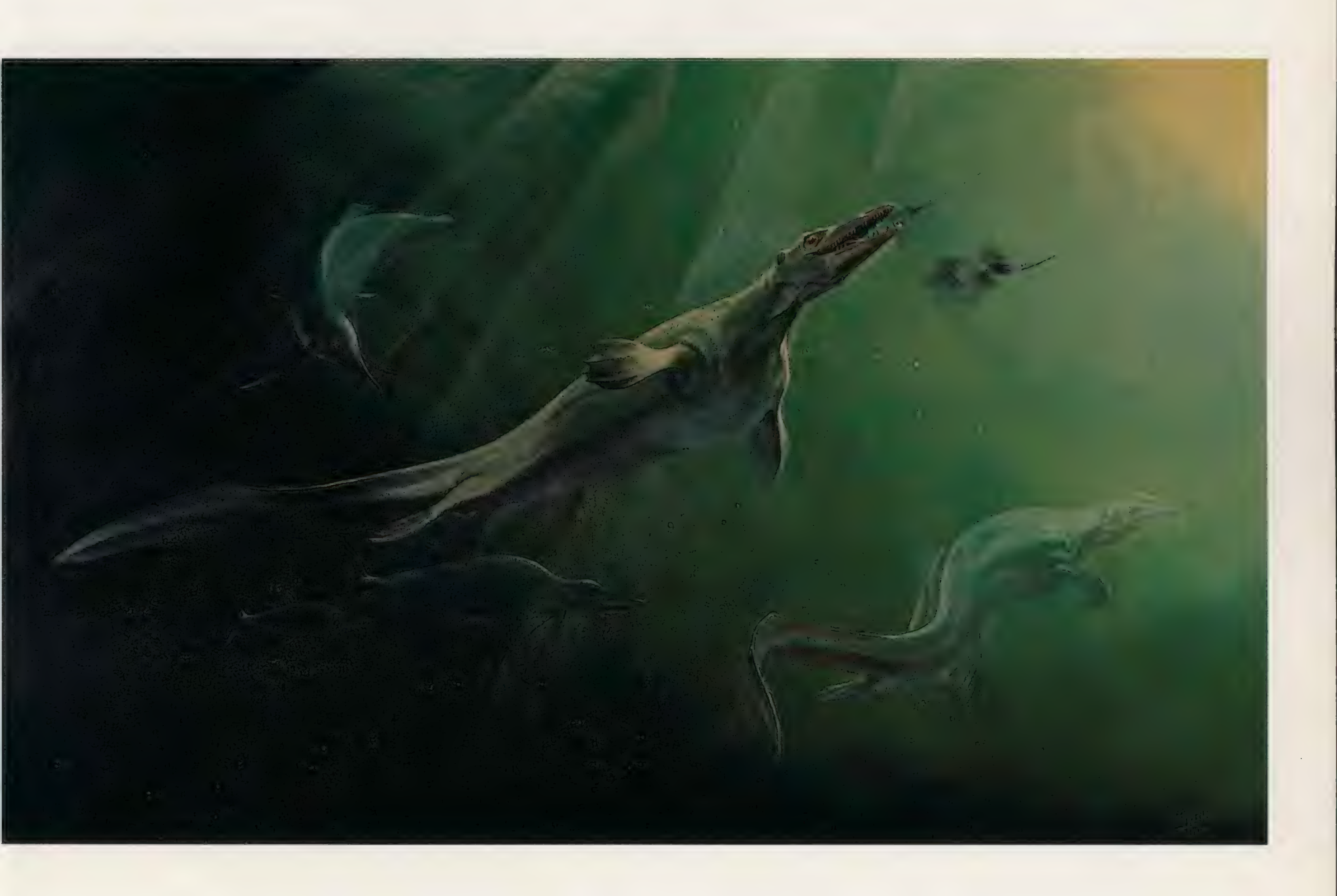
On a trouvé des restes de plantes dans les dépôts deltaïques qui bordaient les flancs des anciennes Rocheuses il y a entre 80 et 60 millions d'années. Les troncs, les feuilles et le pollen fossiles y révèlent un climat différent de celui d'aujourd'hui. Ainsi, parmi les arbres feuillus, on sait que ceux qui portent des feuilles à bord lisse, comme le magnolia acuminé, le tulipier de Virginie et le corossol, se rencontrent plus communément dans les régions relativement chaudes. Inversement, les arbres portant des feuilles dentelées, comme le cormier, le bouleau et le tremble, sont plutôt typiques des régions plus froides. Environ dix pour cent des feuillus qui vivent aujourd'hui en Alberta ont des feuilles à bord lisse, tandis que la Louisiane en compte 41 pour cent. Parmi les arbres de Colombie-Britannique représentés par des feuilles fossiles qui ont environ 70 millions d'années, à peu près la moitié ont des feuilles à bord lisse.

S'il y a suffisamment d'eau, un climat plus chaud permet une végétation plus variée. Ainsi les membres de onze familles de plantes seulement atteignent la taille d'un arbre en Alberta, contre 42 familles en Louisiane, pourtant beaucoup moins étendue. Or il y a environ 70 millions d'années, au moins 51 familles de plantes comprenant des espèces de la taille d'un arbre étaient présentes dans le sud de l'Alberta ou à proximité. Il semble donc qu'à cette époque, le sud de la Colombie-Britannique, de l'Alberta et de la Saskatchewan jouissait d'un climat au moins aussi chaud que celui que connaît aujourd'hui la côte nord du golfe du Mexique. La présence de feuilles fossiles de cycas, palmiers, arbres à pain et cannelle dans les sédiments de l'ensemble de cette époque dans le sud-ouest du Canada vient confirmer cette hypothèse.

Au nord, des deltas se formaient le long de la côte occidentale de la mer intérieure, à l'est des Rocheuses; ils s'étendaient bien au-delà du cercle arctique de l'époque, presque au pôle Nord, au large de l'actuelle côte nord-ouest de l'Alaska. Au voisinage du Grand Lac de l'Ours et dans le nord du Yukon, ces dépôts ont produit du pollen fossile de cyprès chauves, arbres qui poussent aujourd'hui le long des côtes de l'Atlantique Sud et du golfe du Mexique, et de cycas, de conifères subtropicaux et de fougères arborescentes. Sur la partie nord de l'Alaska, à quelque 650 kilomètres de l'ancien pôle Nord, poussaient des ginkgos, des séquoias et des sycomores. Le climat doux s'étendait de toute évidence jusqu'au pôle, où les températures devaient se rapprocher de celles du nord de la Californie actuelle. Toutefois, à cause de l'axe de rotation de la Terre, l'Arctique était alors comme aujourd'hui un pays de soleil de minuit et d'obscurité hivernale ininterrompue mais relativement douce. La croissance des plantes devait être vigoureuse en été, mais cessait sans doute au cours de la longue saison obscure. La végétation devait probablement « hiberner » pour survivre.

Nos navigateurs du XVIe siècle auraient trouvé un monde vraiment étrange s'ils avaient accosté en Amérique du Nord 80 millions d'années plus tôt. Sur des mers chaudes et peu profondes, leurs embarcations de bois auraient pu longer des rivages marécageux et infestés d'insectes, et pénétrer profondément à l'intérieur du continent. Des lézards marins gigantesques – d'une dizaine de mètres de longueur – se seraient écartés avec nonchalance de leurs vaisseaux pour se glisser à travers des eaux rendues bourbeuses par les crues saisonnières des fleuves coulant des montagnes situées à l'ouest, au-delà de l'horizon. La nuit, des cris perçants et des barrissements en provenance de la terre et, le jour, la vue de créatures ressemblant à des dragons et se chauffant au soleil sur les rives des estuaires auraient convaincu les explorateurs qu'ils avaient véritablement jeté l'ancre près de « la terre que Dieu donna à Cayn ».

Platecarpus *(lézard marin) happant un* Baculites obtusus, *près de Morden (Manitoba). Les gros poissons en arrière-plan, du genre* Protosphyraena, *sont d'anciens poissons-épées, parents éloignés de l'amie moderne.*



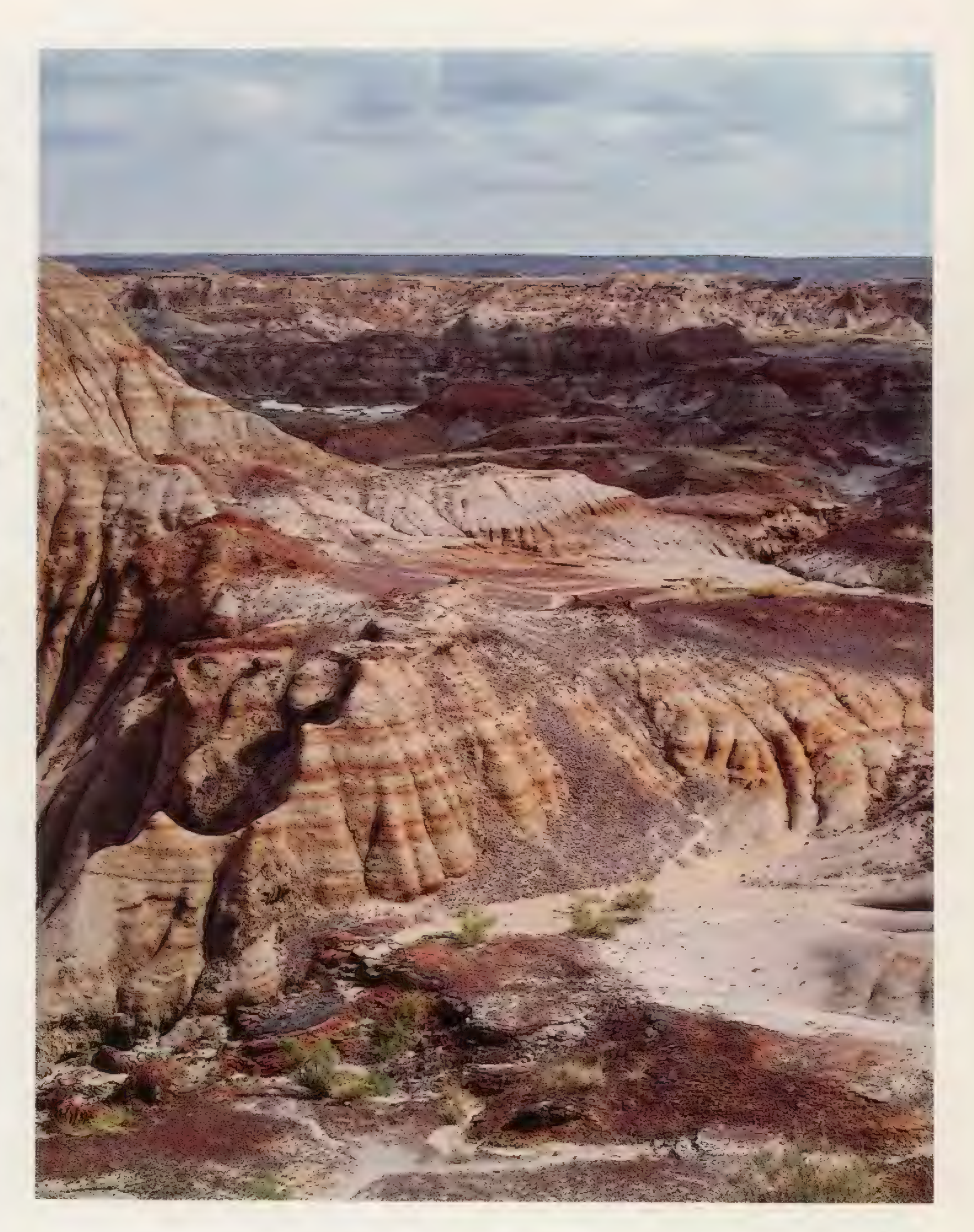
III Un parc pour dinosaures



Limons et sables riches en matières carbonées dérivées de plantes, déposés près des rives de cours d'eau, Formation d'Oldman, Parc provincial des Dinosaures (S72-3975)

Prairie et badlands

La ville de Brooks se trouve sur la Route transcanadienne, vers le centre de la prairie du sud de l'Alberta. À treize kilomètres au nord et seize kilomètres à l'est, par la route provinciale 36 puis par un chemin empierré, on parvient au village de Patricia, ancienne gare du chemin de fer Pacifique Canadien. C'est là que des tonnes de fossiles furent chargées dans des wagons et expédiées aux musées du Canada et des États-Unis. Au nord-est de Patricia, la route traverse une prairie d'herbe rase restée à l'état sauvage et qui semble se perdre à l'horizon. Quelques kilomètres plus loin, un grand panneau, de la forme de la province de l'Alberta et décoré de différentes variétés de dinosaures, annonce l'entrée du Parc provincial des Dinosaures *(Dinosaur Provincial Park)*. La prairie se termine alors, brutalement interrompue par près de 60 kilomètres carrés de terrain accidenté et raviné, ou badlands. Vers le centre serpente la Red Deer, bordée de bosquets clairsemés de liards et de trembles. Dans ce paysage magnifique mais tourmenté, des hommes ont à grand-peine exhumé et emballé quelque 300 squelettes fossiles de dinosaures. Des attelages de quatre et même six chevaux ont remonté les lourdes caisses sur la route qui mène aujourd'hui de la bordure de la prairie aux locaux de l'Administration du Parc, près de la rivière.



Le sud de l'Alberta il y a 76 millions d'années, avec emplacement de l'actuel Parc provincial des Dinosaures.



Les badlands sont une étendue sauvage de ravins et de bosses sculptés dans les boues solidifiées et sables anciens par les eaux de ruissellement provenant des orages d'été et de la fonte des neiges. Les Baculites et les centres volcaniques nous apprennent que ces sédiments furent déposés il y a environ 76 millions d'années à la suite d'une élévation de toute la partie occidentale des Rocheuses. Les montagnes devaient y être hautes et abondamment arrosées, car le volume de sédiments qui en furent arrachés révèle que l'écoulement de fortes quantités d'eau les érodait rapidement. Par une large plaine d'inondation, les cours d'eau transportaient les sédiments vers l'est, jusqu'aux deltas bordant la mer en régression. L'ancienne plaine alluviale a depuis été raccourcie d'environ 130 kilomètres par les mouvements de la croûte terrestre. Mais à cette époque, elle s'étendait sur près de 500 kilomètres entre les montagnes et la mer et était aussi large que la plaine qui borde aujourd'hui la côte nord du golfe du Mexique. Il y a 76 millions d'années, c'est dans cette plaine alluviale, à quelque 360 kilomètres à l'est des Rocheuses que se trouvait l'emplacement du Parc provincial des Dinosaures. Le bras de mer le plus proche était à une centaine de kilomètres au nord-est, formant une baie entre deux grands deltas, l'un au voisinage des actuelles collines du Cyprès dans le sud-ouest de la Saskatchewan et l'autre au sud-est du lac Athabasca. Le niveau de la

Sables fluviatiles bleus et levées orange, Formation d'Oldman, Parc provincial des Dinosaures (S72-3985)



Blocaille de dépôts de levées durcis et blocs glaciaires sur sables fluviatiles, Formation d'Oldman, Parc provincial des Dinosaures (S73-631)



Tibia en désintégration ayant appartenu à un dinosaure, peut-être cuirassé, Formation d'Oldman, Parc provincial des Dinosaures (S72-3982)



mer intérieure ayant baissé, il se peut qu'elle n'ait pas atteint le nord-ouest de l'Ontario. À la hauteur du 49e parallèle, elle ne mesurait qu'environ 800 kilomètres de large.

Des dinosaures vécurent et moururent à l'emplacement du Parc, même si cela semble difficile à croire lorsque le regard se porte sur ses formes stériles par un ardent soleil ou sous une neige bleutée. Aujourd'hui, les dinosaures ne pourraient y trouver ni nourriture en quantité suffisante pour leur corps massif, ni abri pour protéger leur peau nue des conditions climatiques extrêmes qui y règnent. Mais si leur monde n'est plus, les roches qu'ont formées les sédiments nous racontent la vie d'alors: un cours d'eau au débit rapide creusa une cuvette dans son lit d'argile et la combla ensuite de sable; une feuille morte tombée dans un lac fut recouverte de limon; un poisson en décomposition laissa une arête enfouie dans le sable d'un banc. C'est le récit de ces événements gravé dans la pierre qui nous permet d'imaginer ce qu'était le Parc lorsqu'y vivaient les dinosaures. Essayons de le déchiffrer.

Des sédiments aux paysages

Qui n'a jamais vu des flocons de neige tomber lentement sur le sol puis, balayés par le vent, aller former des bancs et des congères? De la même façon, les cours d'eau transportent et façonnent les masses de sable et de limon de leur lit. Les nombreuses orientations des couches sédimentaires inclinées du Parc permettent de déduire que dans leur cheminement vers l'est,

Sables fluviatiles, Formation d'Oldman, Parc provincial des Dinosaures (S72-4049)



les fleuves qui leur donnèrent forme décrivaient de larges boucles vers le nord et vers le sud. L'irrégularité et l'inégalité des couches traduisent l'agitation des eaux. Inversement, les larges couches plates de limon et de boue indiquent que les eaux étaient tranquilles et s'écoulaient lentement, déposant leur charge de sédiments dans les lacs formés par des lits abandonnés et dans les plaines d'inondation.

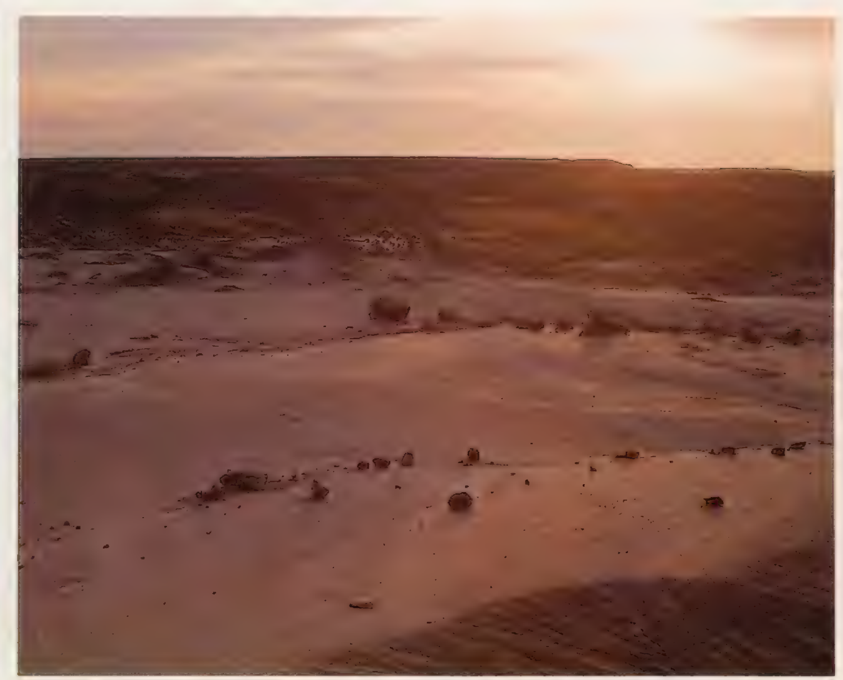
De même que le vent doit souffler en rafales d'environ trente kilomètres à l'heure pour commencer à déplacer de grosses quantités de neige sèche sur le sol, on évalue la force d'un cours d'eau d'après les particules sédimentaires qu'il charrie. Les boues et limons peuvent être transportés par des cours relativement lents; par contre les cailloux et galets ne le sont que par des torrents. Or les plus grosses particules charriées par les cours d'eau qui traversaient autrefois le Parc consistent en de fins grains de sable de un à deux dixièmes de millimètre de diamètre, ce qui laisse supposer que les courants pouvaient atteindre une vitesse de l'ordre d'un kilomètre à l'heure. Comme près de 70 pour cent des sédiments du Parc sont des sables fins, il semblerait que les cours d'eau les déposaient plus fréquemment que le limon et les argiles qui composent les trente pour cent restants. Cela révèle qu'en fait la vitesse normale des courants devait être d'environ un demi-kilomètre à l'heure. Quant à la profondeur, les bancs formés dans les anciens cours d'eau et les accumulations deltaïques dans les lits abandonnés indiquent qu'elle pouvait être d'au moins cinq mètres.

Sables fluviatiles avec corps lenticulaires de boue durcie déposés dans de faibles courants, Formation d'Oldman, Parc provincial des Dinosaures (S73-619)

Sables fluviatiles en stratifications croisées, Formation d'Oldman, Parc provincial des Dinosaures (S73-621)

Sables fluviatiles recouvrant les dépôts de plaine d'inondation, Formation d'Oldman, Parc provincial des Dinosaures (S72-4114)

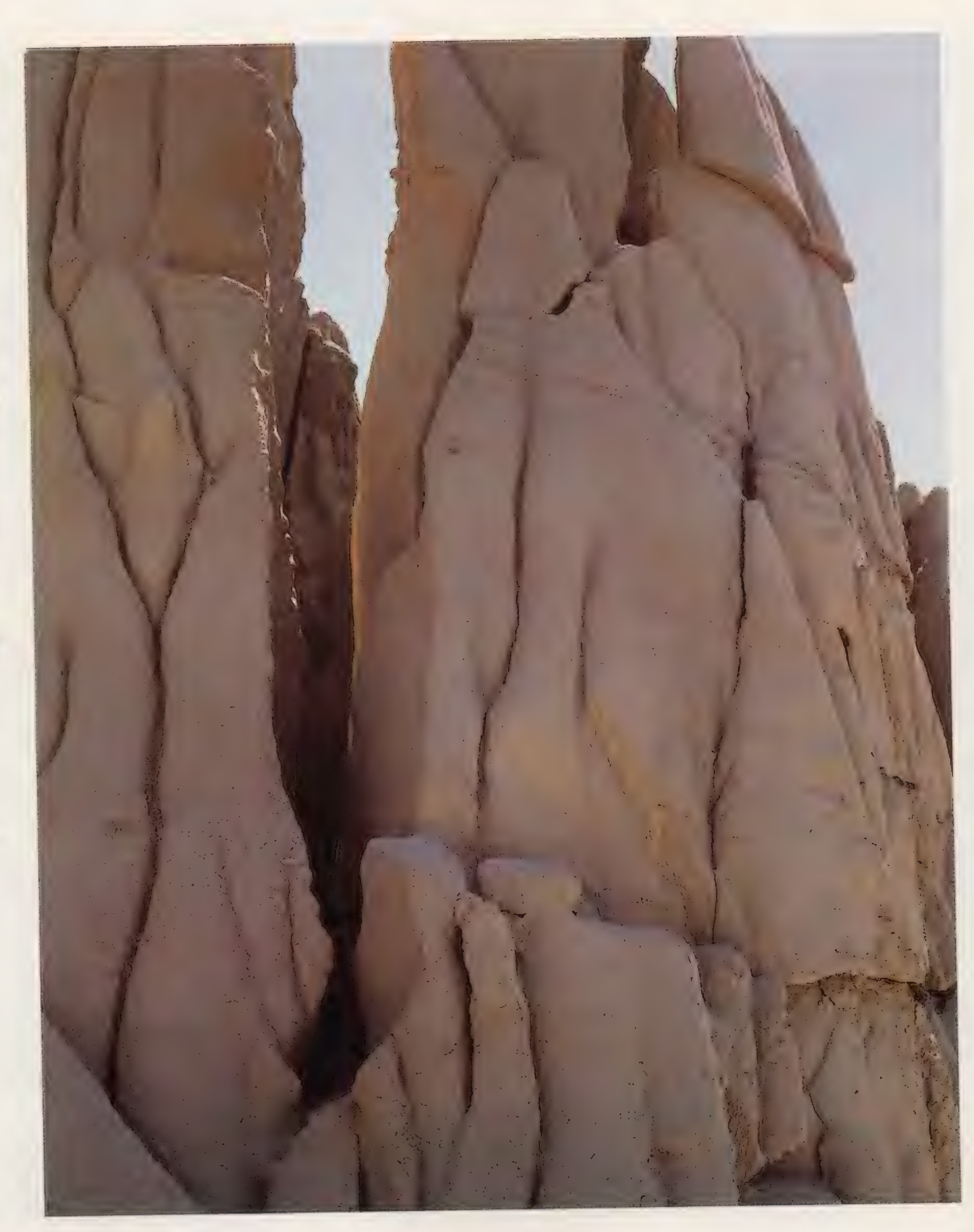






Sables fluviatiles, Formation d'Oldman, Parc provincial des Dinosaures (S72-3989)

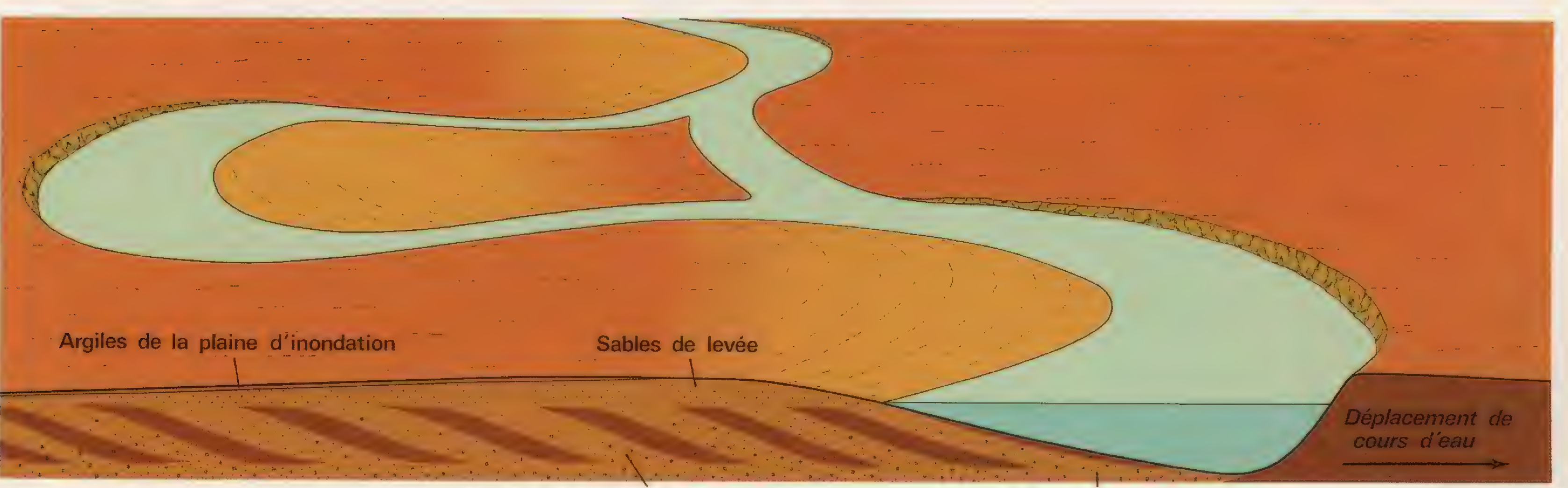
Les sédiments du Parc sont inhabituels par le nombre de fois qu'ils ont été remués par les cours d'eau avant de prendre finalement leur forme actuelle. On y reconnaît différents milieux fossiles. Une surface irrégulière usée jusqu'à la couche sédimentaire du dessous marque de façon typique le centre d'un ancien lit. Souvent, à sa base, des morceaux d'argile et des os fossiles sont enfouis dans une gangue de sable fin. Les bancs dans le lit ou le long des rives sont caractérisés par une alternance de couches de sables et de limon dans lesquelles sont enfouis des os plus légers, des morceaux de bois échoués et des débris de végétaux mal conservés. Les cours d'eau étaient souvent bordés par d'étroites digues naturelles, appelées levées, où les matériaux les plus gros allaient se déposer lorsque le niveau de l'eau était haut et le débit rapide. Comme les levées étaient normalement au-dessus du niveau de l'eau, elles contiennent les racines fossilisées de plantes terrestres, ainsi que de dures concrétions calcaires ou ferrugineuses et rougeâtres résultant de l'infiltration des eaux jusqu'à la nappe aquifère. Au-delà des levées,



Structures sédimentaires produites par l'action du courant dans un méandre.

Sables fluviatiles, Formation d'Oldman, Parc provincial des Dinosaures (S73-618)

Sables fluviatiles faisant place vers le haut à des dépôts de levées en saillie, Formation d'Oldman, Parc provincial des Dinosaures (S72-3970)







Bancs stabilisés, Formation d'Oldman, Parc provincial des Dinosaures (S72-3995)

Dépôts de plaine d'inondation riches en cendre volcanique, Formation d'Oldman, Parc provincial des Dinosaures (S72-4011)





Levée à stratifications croisées, Formation d'Oldman, Parc provincial des Dinosaures (S72-4033)

Sables fluviatiles bleus et levées orange, Formation d'Oldman, Parc provincial des Dinosaures (S72-3971)

Lapin de Nuttal entre les sables du milieu du lit et les dépôts durcis des levées, Formation d'Oldman, Parc provincial des Dinosaures (S72-2096)







le limon et les argiles fins furent étalés sur de vastes étendues au moment des crues. Ces sédiments remplirent peu à peu les bras morts qui se formaient lorsque, le courant principal trouvant un nouveau lit, les méandres en étaient coupés. Ils furent aussi disséminés sur plusieurs kilomètres carrés dans la plaine d'inondation. Les cours d'eau qui traversaient le Parc firent de si larges détours vers le nord et vers le sud qu'ils détruisirent la plupart des dépôts de la plaine d'inondation et entraînèrent les sédiments les plus fins jusqu'aux deltas. Dans leurs méandres, ils disloquèrent aussi de nombreux squelettes fossiles et éparpillèrent les os le long de leur lit. C'est pour cette raison que l'on trouve dans le Parc tant d'os isolés disséminés sur la roche sédimentaire à nu.

On a découvert dans les puits de pétrole, sur des centaines de kilomètres au nord et au sud, des masses de sable transportées par les eaux, semblables à celles qui ont comblé les lits fossiles des cours d'eaux et les bras morts du Parc. À l'époque où les montagnes furent le plus fortement érodées, de nombreux fleuves sinueux devaient en descendre et traverser la large plaine d'inondation vers l'est.

Débris d'os fossile, Formation d'Oldman, Parc provincial des Dinosaures (S72-4062)

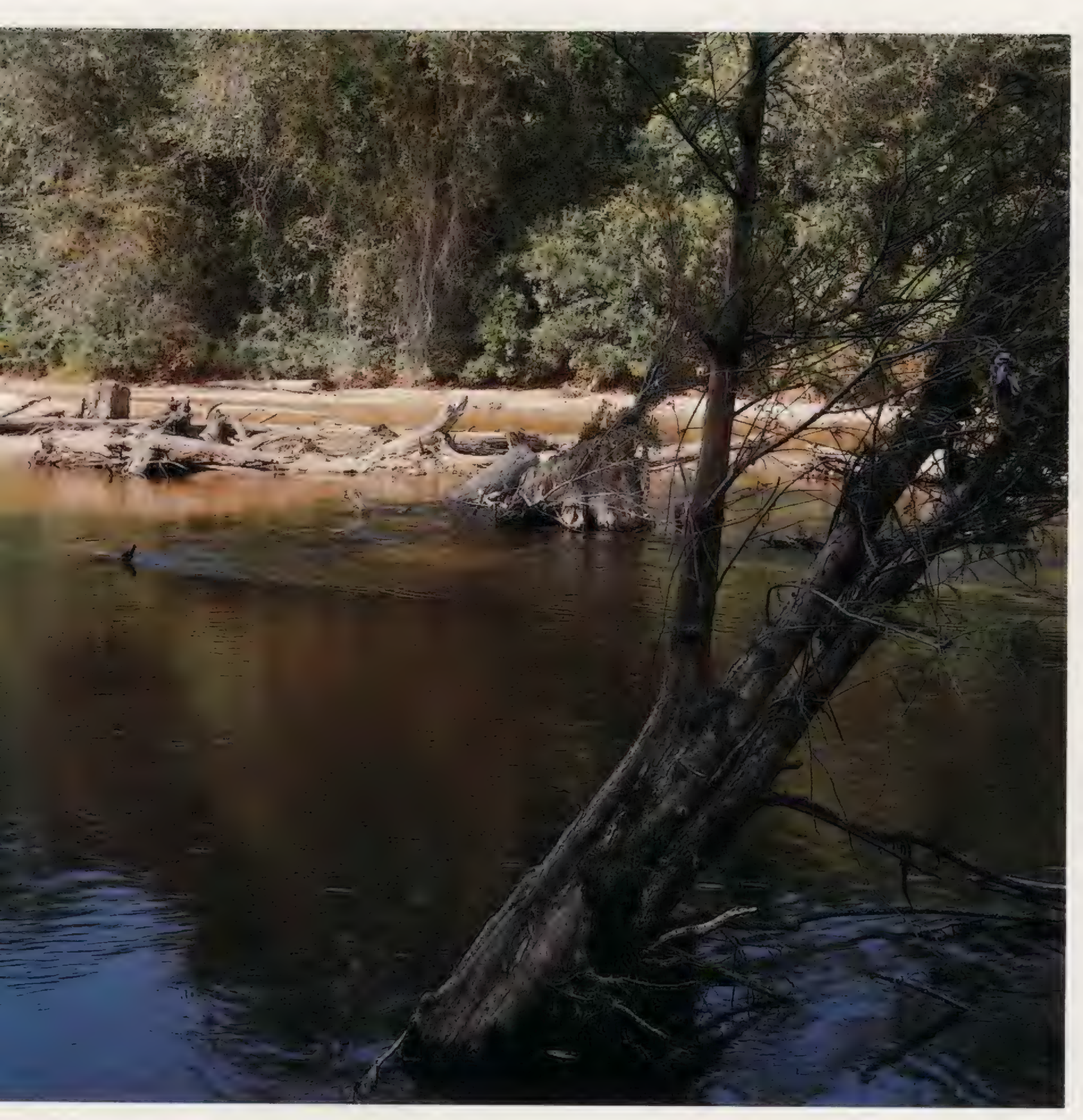


Ils changeaient fréquemment de cours, probablement pendant les crues, de sorte que toute la plaine fut recouverte à un moment ou à un autre par le sable qu'ils charriaient. De plus, ils devaient être relativement larges par rapport à leur profondeur et les nombreux bancs de sable leur donnaient sans doute un aspect enchevêtré. À cause des sinuosités de leur lit et de la présence de bras morts, leurs abords devaient être presque entièrement recouverts d'eau stagnante ou lente. Les surfaces sèches du voisinage étaient probablement sablonneuses et constituées de levées et de bancs aux formes linéaires ou oblongues. Le limon et les argiles de la plaine périodiquement inondée devaient se situer à des kilomètres des axes principaux du cours d'eau.

Vestiges de vie pétrifiés

On a trouvé dans le Parc diverses variétés de palourdes et d'escargots d'eau douce, apparentées aux formes qui habitent aujourd'hui les grands fleuves. Les restes osseux de poissons, dispersés par le tourbillon des eaux, abondent au fond des lits de cours d'eau fossiles. On y recueille des écailles, munies d'un revêtement très dur, ayant appartenu à des lépidostées, poissons d'un mètre de longueur en moyenne. Des épines de nageoires et des plaques osseuses fossiles révèlent l'existence d'esturgeons qui ne dépassaient guère deux mètres et pesaient une cinquantaine de kilos. Un autre gros poisson apparenté aux amies (poissons castors) atteignait la même taille. Quant à la raie sans aiguillon, on en trouve les dents broyeuses en grand nombre. Ce poisson mesurait un mètre et se nourrissait probablement de palourdes et d'escargots. D'une forme à mi-chemin entre la raie et le requin, des poissons-scies portaient une rangée de dents, que l'on ne retrouve que rarement aujourd'hui, courant tout autour d'un long rostre plat, comme une scie à chaîne. Une autre sorte de poisson à museau élancé et à écailles portant un revêtement dur habitait aussi, comme la raie, les eaux saumâtres et marines. On trouve parfois les os d'un reptile de deux mètres cinquante appartenant à un groupe d'êtres plus typiquement marins appelés plésiosaures. Ils possédaient des nageoires et un long cou faisant penser à un serpent, et se nourrissaient de poissons. Leur présence,

Cyprès chauve dans la Black Creek et, sur la rive opposée, forêt de bois dur, au nord-est de Wiggens (Mississippi) (S73-560)



ainsi que celle des poissons pouvant vivre en eau salée, laisse croire que de grandes masses d'eau se déplaçant lentement reliaient les anciens milieux aquatiques du Parc à la mer ouverte située à une centaine de kilomètres au nord-est.

On a trouvé dans de nombreuses régions du Parc des morceaux de bois fossilisés et même des tronçons d'arbres mesurant jusqu'à soixante centimètres de diamètre et dix-sept mètres de longueur. Leurs tissus ligneux pétrifiés ainsi que quelques cônes fossiles isolés indiquent que ces tronçons appartenaient à des séquoias. Ceux-ci furent sans doute déracinés et renversés dans les courants à l'époque des hautes eaux, puis transportés vers l'est jusqu'au Parc. La végétation d'origine locale, bien que disloquée et partiellement décomposée, est préservée en abondance dans les dépôts de cours d'eau et de lacs fossiles, ce qui laisse supposer que la végétation était luxuriante. Cependant la plupart du matériel est trop fragmentaire pour être identifié, et, sauf rares exceptions, on n'a pu récolter que quelques tiges, brindilles ou feuilles

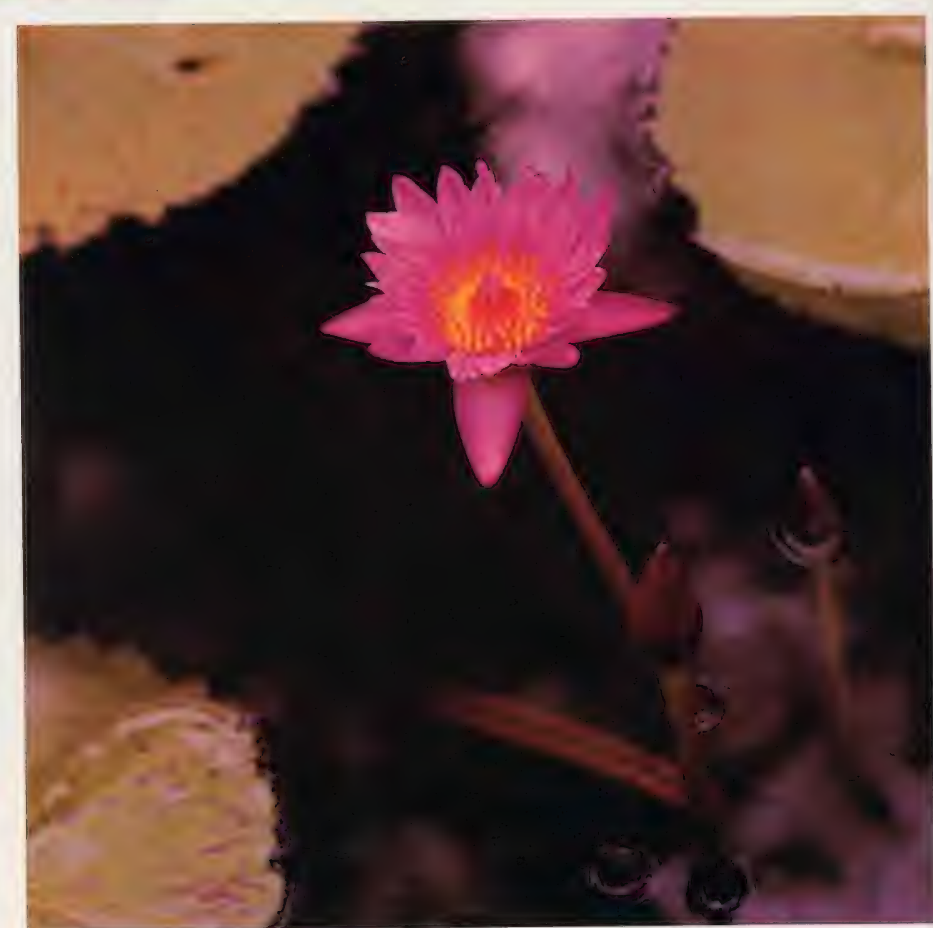
bien préservées de certaines variétés de plantes. Les seuls restes de pollen et de spores de plantes vivant à cette époque que l'on ait pu identifier proviennent des excréments fossilisés d'un crocodile, bien que ces grains microscopiques soient sûrement très abondants dans le limon et les argiles. On en sait toutefois assez pour se faire une idée de la vie végétale d'alors dans le Parc provincial des Dinosaures.

Des nénuphars croissaient dans les eaux tranquilles des lits abandonnés et des bras morts. Les bords peu profonds de ces masses d'eau et les plages de vase des alentours abondaient en quenouilles. On en retrouve de grandes quantités de feuilles, qui rappellent celles du roseau, dispersées et mélangées aux couches de sable et de limon. Les zones sèches et sablonneuses proches des rivières n'échappèrent sans doute pas longtemps à l'érosion fluviale. De la sorte, les forêts n'ont pas dû avoir le temps de se développer pleinement; les arbres qui ont pu peupler ces lieux ont dû avoir une croissance rapide, porter des fruits et des semences précocement et préférer les endroits dégagés et bien éclairés. Les fines frondes des métaséquoias, qui tombent tous les ans comme les aiguilles du mélèze, ont été préservées en abondance à certains endroits. Ces arbres, qui peuvent croître au rythme d'un mètre cinquante à deux mètres par an, se trouvaient sans doute en bosquets dans les parties amont plus anciennes des bancs stabilisés.

Feuilles de sycomore dans un cours d'eau, Tunica Hills, sud de Weyanoche (Louisiane) (S73-559)



Nénuphar, Fairchild Garden (Floride) (S75-1386)

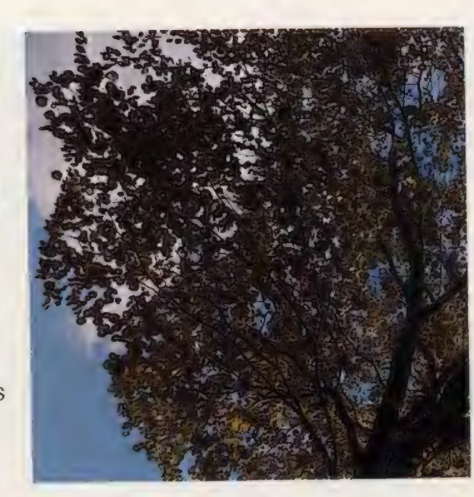


Métaséquoia, Arboretum, Ferme expérimentale centrale, Ottawa (S75-1383)



De jeunes sycomores devaient être éparpillés au milieu des étroits et denses massifs de prêles atteignant presque deux mètres qui bordaient les rives des cours d'eau. En arrière, sur les levées, des arbres à pain trapus côtoyaient des torreyas coniques toujours verts. Sur les levées abandonnées et plus anciennes devaient croître des arbres se développant davantage comme des sycomores et des torreyas plus grands; ces derniers portaient leurs graines enfermées dans un fruit rappelant la prune, près des extrémités de leurs branches. Des buissons d'épais katsuras à feuilles rondes poussaient dans les bosquets ouverts et aux alentours, ainsi que de rares cunninghamias à épines. Les mamelons boisés étaient probablement couverts de vignes aux feuilles proches de celles des raisins sauvages ou du raisin de couleuvre (ménisperme du Canada). Sur le sol humide à l'ombre des arbres habitaient de nombreuses sortes de lycopodes et de fougères, ainsi que des plantes semblables au lis et à l'arum que nous connaissons respectivement sous le nom de richardie d'Afrique et de monstéra. Il y avait encore beaucoup d'autres variétés de plantes, dont l'aspect n'est pas connu, en particulier des épiphytes qui, bien que croissant sur d'autres végétaux, tirent leurs substances nutritives de la pluie.

Katsura, Arboretum, Ferme expérimentale centrale, Ottawa (S75-1385)



Prêles et, en arrière-plan, jeunes sycomores, Tunica Hills, sud de Weyanoche (Louisiane) (S73-608)



Jeunes sycomores et prêles, Tunica Hills, sud de Weyanoche (Louisiane) (S73-553)

Cunninghamia, au sud de Hattiesburg (Mississippi) (S73-582)



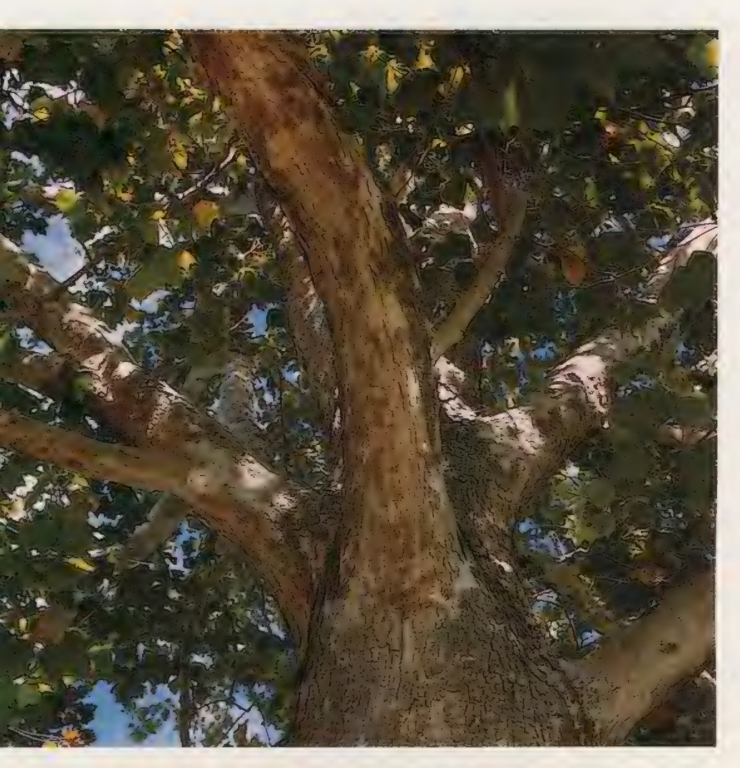


Marais à quenouilles parsemé de bouquets de cyprès chauves, toupélos et autres bois durs de marécages, près de la rive nord du lac Pontchartrain (Louisiane) (S73-612)



Sycomore, Arboretum, Ferme expérimentale centrale, Ottawa (S75-1384)

Tortue à carapace molle, Parc national des Everglades (Floride) (S72-2067)





Imaginons nos explorateurs prenant pied sur la côte orientale de l'Alberta il y a 76 millions d'années et remontant une centaine de kilomètres à l'intérieur par les estuaires et les fleuves sinueux et ensablés jusqu'au futur emplacement du Parc. Le paysage qui s'offre à eux est très différent de la prairie aride et des badlands d'aujourd'hui. D'une levée couverte de joncs et de jeunes arbres à grandes feuilles arrivant à hauteur de poitrine, ils peuvent contempler de vastes étendues de marécages peuplés de quenouilles. Des bouquets et des alignements d'arbres sont éparpillés parmi les champs de roseaux, comme actuellement les tertres dans les marécages couverts d'herbes vivaces des Everglades. Les formes coniques des épineux exotiques y dominent, mais sont souvent interrompues par les couronnes arrondies d'un ou deux immenses sycomores à écorce blanche. Là où les quenouilles touchent presque l'horizon, on peut voir la ligne sombre de la lointaine forêt de la plaine d'inondation, séparant les champs de roseaux et les bras morts cachés des nuages moutonnés dans le ciel.

Tout au long des rivières, des tortues prennent le soleil sur des bancs de sable découverts ou près de troncs d'arbres échoués sur le rivage. Il y a au moins quatre principales variétés de tortues, dont les adultes mesurent en moyenne entre vingt centimètres et un mètre de longueur. De temps à autre, à mesure que le bateau glisse le long des rives, plonge un crocodile à large museau, d'une longueur de deux mètres cinquante ou, plus rarement, un authentique alligator de la même taille. Au-delà des levées et dans les bras morts couverts de feuilles de nénuphars abondent les tortues à carapace molle et les salamandres aquatiques de forme allongée.

Mais ce n'est pas tout ce qu'on aurait pu voir. Des reptiles de près de deux mètres pourvus de mâchoires longues et étroites se nourrissaient de petits poissons dans les eaux tranquilles. Le corps de ces animaux aujourd'hui éteints, nommés champsosaures, ressemblait à celui des crocodiliens. De toute évidence, ils passaient la plupart de leur temps sous l'eau des lacs peu profonds, guettant leur proie pour la happer au passage.

De petits lézards fuyaient dans la végétation dense qui croissait au sommet des rives et dans les bosquets. Au pied des arbres, des mammifères minuscules semblables à des écureuils cherchaient dans le feuillage en décomposition des graines, des noix et autres fruits. Ces créatures archaïques possédaient une petite poche ventrale où, tout comme les kangourous, ils allaitaient leurs petits qui, toutefois, provenaient peut-être d'œufs. Des opossums primitifs de la taille d'un chaton se nourrissaient de charogne, d'insectes et de jeunes reptiles qu'ils trouvaient le long des cours d'eau. Ces deux sortes de mammifères de petite taille, dont le corps couvert de poils formait un contraste frappant avec les surfaces lisses et humides du monde dans lequel ils vivaient, étaient probablement nocturnes surtout. L'obscurité devait les protéger de l'attaque des varans, lézards carnivores de plus d'un mètre de longueur. Aussi étonnant que cela paraisse, les serpents étaient rares pour ne pas dire tout à fait absents. Parfois, au-dessus des bras morts et des marais, un reptile à ailes de chauve-souris tournoyait dans le ciel. Les restes de ces reptiles volants sont rares: jusqu'à présent, on n'a retrouvé qu'un seul fragment d'os, la base du doigt qui supportait l'aile. D'après cette pièce, recueillie dans le Parc, l'animal devait avoir une envergure d'environ trois mètres trente.

La présence d'une vie végétale et animale aussi variée révèle un climat chaud mais sans températures extrêmes. On ne rencontre pas de crocodiles, de torreyas, de cunninghamias ni d'arbres à pain dans les régions sujettes aux gelées saisonnières. L'humidité était généralement forte comme l'indique la présence de plantes poussant sur les arbres, les importantes étendues d'eau, l'abondance des organismes aquatiques dans les sédiments et même la couleur sombre de ces derniers. Au cours de l'année, cependant, des périodes plus sèches devaient succéder aux périodes humides, ce dont on peut s'apercevoir d'après les anneaux de croissance préservés dans le bois fossile et dans les os de champsosaures. Pendant la saison pluvieuse, les eaux montaient, entraînant des troncs d'arbre; elles déposaient une couche de sable sur les bancs proches de la berge et répandaient une couche de limon très au-delà du lit des cours d'eau. Le niveau des eaux redescendait au cours de la saison sèche et des couches de limon et de boue recouvraient alors les bancs de sable. Des particules de charbon de bois éparpillées dans les sables des lits indiquent que la région s'asséchait au point que des incendies pouvaient y éclater.

De petites gouttes rondes de résine fossile, ou ambre, sont présentes dans les sédiments qui contiennent aussi en abondance du tissu végétal carbonisé. Il y a 76 millions d'années, cette substance gluante suintait des entailles des conifères. Des insectes qui s'y sont pris sont conservés en parfait état. On sait ainsi que l'on trouvait alors dans le Parc des araignées fileuses, des insectes suceurs de sève et des coléoptères. Les fourmis et les termites creusaient les zones sablonneuses sèches et se construisaient des monticules dans le sol des régions boisées. L'équipe d'explorateurs, qui aurait dû tirer de longs bateaux ou ramer sur des kilomètres de rivières intérieures dans ces contrées humides, aurait aussi eu à subir les assauts de nuées de moucherons piqueurs ou brûlots.

Reptiles géants

Mais les êtres qui auraient produit la plus forte impression sur nos explorateurs, l'homme ne les a jamais vus. Ils appartiennent aux deux grandes sortes de reptiles disparus que l'on a nommés dinosaures. Des sédiments qui ont comblé

les anciens cours d'eau et bras morts du Parc, on a extrait des restes de quelque 25 variétés de dinosaures. On a trouvé les carcasses des animaux les plus gros dans le lit des cours d'eau, soit que les dinosaures y soient morts, soit que leurs restes y aient été transportés. Elles étaient généralement enfouies dans le sable à peu près parallèlement à la rivière, en sens est-ouest, et souvent démembrées par les courants. Quant aux carcasses qui se trouvaient à l'écart des lits principaux, dans les eaux plus lentes ou dans des bras morts, elles sont fréquemment orientées nord-sud, peut-être en raison des vents d'ouest dominants les poussant contre la rive. Gisant dans le sable plus fin et le limon, ces squelettes ont généralement été moins dérangés par les courants. Par contre les squelettes entiers de dinosaures de plus petite taille sont extrêmement rares, même si l'on retrouve fréquemment des os isolés et des dents. Les éléments de ces squelettes, plus délicats, ont pu de toute évidence être dispersés par des eaux encore plus lentes. De grandes quantités de squelettes de toutes tailles furent détruites lorsque les rivières changèrent de cours et se mirent à éroder les sédiments déjà en place. Les os furent éparpillés en aval, mais parfois réunis sous l'eau en « lits à ossements ». Il est rare que les restes de dinosaures soient préservés dans les argiles et limons à grains fins de la plaine d'inondation, car ils y furent souvent détruits par des nécrophages ou complètement décomposés.

Selon leur taille, on peut séparer les dinosaures qui occupèrent la région du Parc en deux groupes. Au moins dix variétés, dont la plupart mal connues, étaient relativement petites, les animaux pesant entre cinquante et cent kilos. À titre de comparaison, c'était le poids des crocodiles de deux mètres cinquante qui peuplaient alors les cours d'eau. Les dinosaures du second groupe, qui comptait au moins quinze variétés, mesuraient entre quatre et neuf mètres et devaient peser entre trois et quatre tonnes. Les plus grands crocodiliens actuels atteignent huit mètres pour un poids d'un peu plus d'une tonne. Les plus gros mammifères terrestres du Canada aujourd'hui, comme le bison, l'ours polaire, l'orignal et le wapiti, pèsent entre une demi-tonne et un peu plus d'une tonne. Un dinosaure de quatre tonnes aurait paru très lourd à côté d'un des grands mammifères actuels du Canada.

Par contre, les grands mammifères des régions tropicales d'Afrique et d'Asie atteignent des poids au moins égaux à ceux de ces dinosaures. Un rhinocéros peut peser jusqu'à une tonne et demie, un hippopotame trois tonnes et un gros éléphant mâle jusqu'à six tonnes. Les plus grands dinosaures trouvés dans le Parc n'auraient pas semblé particulièrement massifs par rapport à ces animaux qui nous sont familiers, mais c'est la variété des grands reptiles qui aurait surpris. En fait, c'est dans les régions équatoriales qu'habitaient les dinosaures vraiment géants. Cependant, la taille d'un grizzli d'une demi-tonne à dix mètres de distance dans une enceinte paraît très différente de celle d'un animal similaire à la même distance dans les terres stériles du Nord. Dans des circonstances identiques, les dinosaures du Parc auraient tout de même semblé assez grands!

Il n'y a pas lieu de poursuivre la comparaison entre les dinosaures et les grands mammifères au-delà des questions de taille. Les dinosaures étaient des reptiles. Certains en tout cas avaient la peau nue et un cerveau relativement simple; de plus ils pondaient des œufs. On ne sait pas avec certitude si, tout comme les mammifères et les oiseaux, ils pouvaient maintenir la température de leur corps à un niveau constant. La masse des plus grandes variétés leur permettait cependant de supporter les variations de température entre le jour et la nuit qui, dans le climat subtropical, étaient de 4 à 8° C. On a émis l'hypothèse que certains dinosaures, comme le dinosaure à cornes, pouvaient courir ou galoper comme les mammifères à sabots; l'emboîtement des membres, la lourdeur des pieds et le manque de structures spéciales pour supporter la tête souvent massive vont à l'encontre de cette opinion. La démarche des grandes tortues, des crocodiles et des varans peut donner une idée de l'allure normale du dinosaure, et probablement aussi le pas ou le trot des grands mammifères, bien qu'en plus souple. Certains dinosaures étaient d'ailleurs apparemment capables de longues migrations saisonnières.

Tous les dinosaures, carnivores comme herbivores, dépendaient beaucoup de leur vue pour se nourrir. Ils étaient sans doute plus actifs le jour et, comme bien d'autres reptiles et les oiseaux, distinguaient vraisemblablement les couleurs, ce qui n'est pas le cas de beaucoup de mammifères, en particulier des carnivores tels que le loup et le lion, qui ne les perçoivent pas ou du moins pas toutes. Les couleurs des prédateurs dinosauriens de même que celles de leurs proies devaient les camoufler et il aurait été plus difficile de les distinguer que par exemple un cerf sur un fond de feuillage vert.

Étant donné qu'on a récolté en abondance des œufs de dinosaures en Mongolie, en Chine et en France notamment, il est curieux qu'on n'ait pas encore trouvé dans le Parc ne fût-ce que des fragments de coquille, d'autant plus qu'on en a découvert dans des sédiments du même âge au Montana. Les os de jeunes dinosaures sont rares et on ne trouve presque jamais de squelettes complets. Il se peut qu'à cause de leur petite taille les os aient été dévorés ou éparpillés par les courants. Peut-être les dinosaures, comme de nombreux reptiles, vivaient-ils plus longtemps que les mammifères de taille semblable, et en ce cas il suffisait d'un plus petit nombre de jeunes pour entretenir les populations adultes. À moins que les terrains découverts, coupés de nombreuses pièces d'eau, n'aient pas offert d'abris adéquats pour protéger les jeunes des attaques des carnivores.

Les restes de squelettes du Corythosaure, dinosaure à bec de canard et à crête en forme de cimier, étaient enfouis en abondance le long des cours d'eau fossiles du Parc. Ce dinosaure est connu de presque tout écolier qui s'intéresse aux animaux préhistoriques et il est bien représentatif des dinosaures du Canada. Son corps était gracieux et sa tête portée par un cou très souple comme celui de l'oie; il avait un dos arqué pas très large et une queue longue et étroite. Les membres postérieurs étaient gros et puissants, tandis que les membres antérieurs élancés et probablement palmés servaient davantage à l'équilibre que comme appui. La tête ressemblait à celle du canard avec en plus une crête creuse recouvrant le crâne en arrière du bec. Dans cette crête, les conduits nasaux s'arquaient au-dessus de la tête pour se rejoindre et descendre dans la gorge en passant devant les yeux. L'aspect de l'épiderme nous est révélé par les fins grains de sable et de limon qui comblèrent les petits sillons et les irrégularités de la peau des cadavres de nombre de spécimens. Lorsque la peau se décomposa, elle laissa une empreinte et une pellicule de carbone dans les sédiments. Grâce à ces empreintes, on sait que le Corythosaure était couvert de petits tubercules de forme polygonale et qu'au bas-ventre il portait des rangées de plus grands tubercules ovales. Une arête lisse s'étendait du milieu du dos à la queue et la peau formait des replis verticaux irréguliers qui descendaient sur le poitrail.

On a excavé au même endroit quatre animaux pas encore adultes (leur crête nasale n'était pas complètement formée), ce qui laisse supposer qu'ils vivaient en troupeaux à ce stade de leur développement. Les adultes pouvaient atteindre neuf mètres et peser un peu plus de quatre tonnes. Des groupes d'animaux devaient suivre les fleuves, se déplaçant sur les nombreux bancs de sable et traversant soit à la nage soit en marchant dans l'eau. Ils mangeaient des fougères, les feuilles tendres et les pousses de jeunes arbres ainsi que les branches inférieures des arbres plus vieux qui bordaient les rivières. La couleur de leur corps changeait peut-être à mi-hauteur, le ventre bleu pâle ou orangé se confondant avec le sable et des rayures verticales brunes et vert plus ou moins foncé formant le haut de la robe pour se marier avec les roseaux. Le rôle de la crête creuse qui surmontait la tête est actuellement l'objet d'une controverse; certains pensent qu'elle servait de caisse de résonance pour produire les barrissements caractéristiques de l'espèce. Si tel était le cas, le bruit produit par un animal, à l'approche d'un carnivore ou pendant le rut au début de la période plus sèche de l'année, devait être impressionnant. Et que dire de tout un troupeau!

Carcasse de Chasmosaure (dinosaure à cornes), dans le lit d'un cours d'eau pendant la saison sèche. Le petit nécrophage est un Dromaeosaure. Parc provincial des Dinosaures, au nord-est de Brooks (Alberta).



Bien que moins commun que le Corythosaure, le Chasmosaure, dinosaure quadrupède à cornes, est lui aussi typique des abords des cours d'eau. Par la taille, le poids et même, dans une certaine mesure, l'aspect général, il rappelle le rhinocéros. Par contre, il possède un bec corné, une collerette osseuse, des membres antérieurs courts qui s'écartent du corps et une queue longue et lourde. La collerette ou couvre-nuque et les cornes supra-orbitaires et nasale lui servaient de toute évidence à se défendre. L'animal affrontait son adversaire en faisant volte-face sur ses membres postérieurs, jetant ses cornes en avant et vers le haut grâce à la puissance de ses membres antérieurs et de son cou. Le bec devait aussi constituer une arme défensive redoutable. Sur la peau du bassin d'un spécimen, on remarque que les petits tubercules polygonaux sont plus grands que ceux du Corythosaure. Chez le dinosaure à cornes, les plus grands tubercules, qui peuvent atteindre plus de cinq centimètres de diamètre, s'étendent sur le dos presque jusqu'à mi-corps. Les grands comme les petits tubercules diminuent de taille vers le ventre.

Les dents sont rapprochées en batteries allongées à l'arrière des mâchoires; au lieu d'être plates et donc masticatoires, un peu comme celles de l'éléphant et du Corythosaure, elles sont tranchantes, ce qui démontre que le Chasmosaure coupait sa nourriture au lieu de la broyer. Les muscles de fermeture des mâchoires étaient tels que l'animal, comme en fait tous les dinosaures à cornes, devait avoir une occlusion extrêmement puissante. Manifestement, le Chasmosaure avait besoin de grandes quantités de végétation poussant près du sol, qu'il broutait avec le bec et hachait au fond de la bouche. Peut-être, davantage que le Corythosaure, le Chasmosaure préférait-il paître dans les roseaux et les quenouilles les tubercules fibreux et peu profonds de ces plantes.

Des os isolés montrent qu'au moins cinq variétés de petits dinosaures carnivores fréquentaient les rives des fleuves; ils se nourrissaient de charogne ou attaquaient des animaux plus petits. Aucun de ces dinosaures ne devait peser beaucoup plus d'une cinquantaine de kilos, et on ne connaît suffisamment le squelette que de deux d'entre eux pour pouvoir en reconstituer les mœurs. L'un, le Dromaeosaure, était un petit reptile féroce avec un crâne d'environ vingt centimètres de long et des dents recourbées et très pointues. Bipède, il possédait sur le doigt intérieur du membre inférieur une griffe d'au moins huit centimètres, allongée comme celle de l'aigle, qui devait lui servir à éventrer ses proies. Les deux doigts extérieurs se terminaient en un sabot allongé sur lequel courait l'animal après avoir fléchi le doigt intérieur. Le Sténonychosaure, autre petit dinosaure carnivore, était semblable au Dromaeosaure, sauf que la griffe du doigt intérieur était plus petite et qu'il était sans doute plus rapide. Ses membres antérieurs étaient capables de mouvements coordonnés très précis. L'animal avait des yeux énormes et un cerveau relativement volumineux, ce qui indique qu'il était capable de comportements aussi complexes que ceux des oiseaux. Il avait un museau en forme de bec, muni de petites dents pointues, et devait se nourrir de lézards et de mammifères, surtout au crépuscule. La petite taille de ces deux carnivores les aurait rendus vulnérables au froid de la nuit et de l'aube. Très actifs, cependant, ils ont pu avoir un début de régulation thermique, tout comme certains mammifères inférieurs d'aujourd'hui. Il serait captivant de savoir s'ils avaient réussi à se constituer une couverture isolante, comme un plumage, pour se protéger des écarts quotidiens de température.

Les terrains plats marécageux bordant les fleuves formaient un paysage bigarré de champs de roseaux, de bras morts, de méandres ou de bosquets croissant sur des levées abandonnées. Les restes de grands dinosaures carnivores abondent de façon inhabituelle dans les sédiments de ces contrées et le milieu semble avoir été particulièrement favorable aux carnivores. Tapis à l'entrée des bosquets, les animaux pouvaient capturer celui qui s'aventurait trop près ou le piéger dans les terrains diversifiés. Du voisinage des grands cours d'eau, ils pouvaient

facilement surveiller le passage de leurs proies. Le plus courant des grands dinosaures carnivores était un tyrannosaure, l'Albertosaure (souvent incorrectement appelé Gorgosaure). Bipède, comme tous les tyrannosaures, il avait les membres postérieurs longs et puissants et était probablement le plus rapide des grands dinosaures habitant le Parc à cette époque. Malgré sa taille pouvant atteindre huit mètres et son poids de plusieurs tonnes, ses membres antérieurs à deux doigts n'étaient pas beaucoup plus grands que ceux de l'homme et étaient fréquemment abîmés, probablement écrasés par les mouvements de son corps massif. Sous la peau, une cuirasse souple d'os semblables à des côtes protégeait le poitrail et l'abdomen des coups de cornes des dinosaures qui en étaient pourvus. Un cou assez court se terminait par un crâne volumineux mais léger. L'Albertosaure saisissait sa proie entre ses mâchoires et, par des secousses de la tête, il approfondissait la blessure de sa victime, qu'il finissait par déchirer; pour cela, il se servait de l'inertie de son corps et prenait appui sur ses pattes. Il n'engloutissait que les parties molles et les structures osseuses les plus légères de sa proie, abandonnant probablement aux nécrophages beaucoup de chair attachée aux os plus gros, éparpillant les entrailles et laissant des mares de sang. Le très jeune Albertosaure avait des membres proportionnellement plus longs que ceux des adultes, ce qui lui permettait de capturer des proies plus petites et plus agiles et d'échapper aux plus gros animaux. Si le Corythosaure fréquentait les marécages bordant les fleuves, un autre dinosaure à bec de canard et à crête y était au moins aussi fréquent, le Lambéosaure. La crête descendait vers l'avant et se terminait souvent, à l'arrière, par une protubérance osseuse de forme variable. Sa peau était apparemment dépourvue des grands tubercules ovales présents chez le Corythosaure, mais, à part ce trait, les deux animaux étaient fort semblables. Le Chasmosaure, animal à cornes, semble avoir été aussi abondant ici que les deux autres dinosaures à bec de canard.

Des dinosaures solitaires à cuirasse de la variété Panoplosaure fréquentaient également les cours d'eau et les marécages. Ces animaux massifs devaient peser entre trois et quatre tonnes et portaient des épines puissantes sur les flancs de leur corps trapu. Dépourvus de massue caudale, ils faisaient appel à leur force et à leur armure pour se défendre, enfonçant sans doute leurs épines latérales dans le corps de l'attaquant et essayant de le culbuter par une courte charge. Des plaques osseuses protégeaient les joues, et les yeux étaient dirigés vers le bas sous de lourdes arcades saillantes. La gorge était aussi couverte par une cotte de petits os arrondis incrustés dans la peau, si bien que la tête était très bien protégée contre les morsures des tyrannosaures. Avec leur bec corné carré, ils broutaient et écrasaient les plantes qu'ils hachaient ensuite grossièrement avec leurs dents relativement faibles. On n'imagine guère ces animaux ayant d'autre nourriture que des objets délicats ou charnus près de la surface du sol. Peut-être broutaient-ils les fougères, lis et arums qui poussaient dans les zones ombragées ou arrachaient-ils les tubercules des quenouilles dans les terrains marécageux. La rareté des restes de ces animaux peut s'expliquer par le fait que la population était limitée par la production relativement faible de fourrage approprié et non pas parce qu'ils étaient vulnérables aux attaques des grands carnivores.

L'habitat du Centrosaure, autre dinosaure à cornes, est plus difficile à déterminer. À peu près de la taille du Chasmosaure, il est cependant plus mince et a le tronc et les membres plus longs. Le couvre-nuque est plus court et plus arrondi, portant souvent à l'arrière une paire de courtes cornes recourbées vers l'avant. La corne nasale est beaucoup plus grande chez le Centrosaure, puisqu'elle mesure jusqu'à 45 centimètres, et elle est soit courbée soit droite. Il semblerait que le Centrosaure ait préféré des terrains plus dégagés que le Chasmosaure. Pourtant, on trouve généralement ses restes dans le lit d'anciens cours d'eau, enfouis dans les grès déposés aux passages où le courant était plus rapide. On a récolté surtout des crânes isolés,

mais également quelques squelettes entiers. Peut-être les animaux se sont-ils noyés en essayant de passer les fleuves à gué pendant les migrations saisonnières nord-sud.

Les restes de dinosaures à cuirasse de la variété Euoplocéphale sont souvent préservés de la même manière que ceux du Centrosaure. On trouve dans les sables fluviatiles des massues caudales encore attachées à la queue par de puissants tendons ossifiés, mais les squelettes sont plus rares, ayant généralement été éparpillés. Ces animaux étaient couverts de plaques osseuses qui, trait caractéristique, n'étaient pas aussi épineuses que celles du Panoplosaure. Cette cuirasse les protégeait si complètement que même leurs paupières étaient munies de grandes plaques osseuses incurvées. Le fait qu'on ait trouvé des dinosaures à cuirasse d'un genre très voisin dans des gisements arides de l'intérieur de l'Asie centrale permet de supposer que nos Euoplocéphales se sont noyés dans des cours d'eau plus à l'intérieur, près des Rocheuses, et qu'ils furent ensuite charriés en aval jusqu'à l'emplacement du futur Parc.

On a découvert dans le Parc de nombreuses autres variétés de dinosaures, mais en quantité moindre que les précédentes. Un tyrannosaure corpulent, le Daspletosaure, habitait les marécages proches des cours d'eau, de même qu'un petit dinosaure étrange au crâne très épaissi, ou pachycéphalosaure. De ce dernier, on a trouvé en abondance des calottes crâniennes usées par les eaux dans les grès fluviatiles du Parc. Plus rares sont les squelettes d'autres dinosaures à bec de canard, comme le Brachylophosaure à crête spatulée, le Prosaurolophe à crête dressée, le Parasaurolophe à crête tubulaire et le Kritosaure au museau arqué, de même que ceux des dinosaures à cornes, comme le Styracosaure dont la collerette est munie de longs aiguillons, et ceux des dinosaures-autruches. Comme on trouve presque toujours leurs restes dans des dépôts fluviatiles, ou bien ces animaux ont traversé la région au cours de leurs migrations saisonnières, ou bien leurs carcasses y ont échoué après avoir été entraînées par les courants.

Comment survivre

Mais aurions-nous pu vivre dans le Parc provincial des Dinosaures il y a 76 millions d'années?

Selon toute vraisemblance, nous n'aurions pas fait de vieux os! Imaginons un peu la situation. Il nous faut d'abord, en plus d'une chemise à manches longues et d'un pantalon, porter un couvre-chef à moustiquaire, car les insectes sont abondants et voraces. Le matériel? Un sac à dos avec un couteau, une machette, de la corde, un imperméable léger, un hamac et de la gaze à moustiquaire, sans oublier du produit pour éloigner les insectes et des allumettes. Ces objets vont nous permettre de reconnaître les lieux et d'accroître nos chances de survie. À condition de nous munir aussi d'un fusil très puissant et de quelques centaines de cartouches!

Avec un peu de chance, nous arrivons sur un banc de sable boisé et stable, vers le milieu d'un large cours d'eau. Sinon, nous essayons de rejoindre le bosquet le plus proche, là où les dinosaures herbivores broutent paisiblement, signe de l'absence probable de tyrannosaures dans les parages. Sans attendre, nous grimpons à un grand arbre aux branches déployées pour pendre notre hamac à au moins huit mètres du sol. Les animaux les plus à redouter sont les tyrannosaures, adolescents comme adultes, et il nous faut apprendre leurs mœurs le plus rapidement possible. Ce sont des animaux agiles et rapides et non les êtres pesants des albums de notre enfance, et notre seul espoir réel de leur échapper consiste à nous réfugier très haut dans un arbre. Comme ils comptent sur la netteté de leur vision pour repérer leur proie, ils sont sans doute moins actifs la nuit, surtout pendant les heures fraîches précédant l'aube. Il est pratiquement inutile d'essayer de tirer sur un tyrannosaure, spécialement lorsqu'il charge. Son cerveau est très petit et bien protégé par le crâne, et si on le frappe ailleurs il risque fort de ne pas être détourné, même s'il est mortellement blessé. Les dinosaures carnivores plus petits, de la taille d'un homme, comme le Dromaeosaure, sont aussi extrêmement dangereux, mais cette fois-ci

Daspletosaure (tyrannosaure) et Champsosaure en fuite, près de la rive d'un cours d'eau à l'aspect enchevêtré. À droite, métaséquoias et, au fond, katsuras et cunninghamias. Parc provincial des Dinosaures, au nord-est de Brooks (Alberta).



nous aurions des chances de pouvoir nous défendre avec notre fusil ou, dans un corps à corps, avec un bouclier d'écorce et la machette. C'est de leurs griffes terribles qu'il faudrait d'abord nous protéger.

Après avoir examiné les alentours et nous être bien assurés qu'il n'y a pas de dinosaures carnivores, nous pouvons descendre de notre arbre et nous mettre en quête de nourriture. Ne touchons surtout pas aux plantes qui ont des feuilles composées cireuses comme celles de l'herbe à puce, car ces plantes vénéneuses ne manqueront pas sous une forme ou une autre. Nous pouvons par contre trouver des fruits de l'arbre à pain ou des noix comestibles. Les tortues et leurs œufs sont cependant une source de nourriture plus sûre. Peut-être arriverons-nous à harponner des esturgeons, mais attention aux crocodiliens qui, même s'ils ne sont pas immenses, peuvent se révéler hardis. On a déjà noté les différentes sortes de dinosaures qui ont vécu dans la région du Parc ainsi que les milieux dans lesquels on peut les trouver. Observons leurs habitudes et voyons dans quelle mesure ils peuvent représenter pour nous un danger.

Si nous parvenons à tuer un dinosaure-autruche sur le coup en lui envoyant une balle dans la tête ou dans le cœur, de façon à le récupérer sans risques inutiles, nous pourrons le faire griller; sa chair devrait être excellente. Même si les champignons abondent dans les bois, il serait préférable de se passer de sauce forestière pour accompagner le filet de dinosaure-autruche. Il vaut mieux d'abord les identifier très précisément pour faire le tri entre les comestibles et les vénéneux; d'ailleurs bien des variétés modernes sont absentes. Nous pourrions peut-être domestiquer le Sténonychosaure, petit dinosaure relativement intelligent, en le prenant à la naissance. De tous les animaux présents, c'est le seul qui pourrait, dans une certaine mesure, jouer le rôle du chien.

Enfin, il nous reste à déterminer si nos chances d'éviter les tyrannosaures sont réelles. Nous serions probablement plus en sécurité en altitude, dans la fraîcheur des montagnes de l'ouest, mais encore faut-il traverser plus de 300 kilomètres de terrain découvert! Il serait donc préférable de construire un radeau avec de petits arbres et de descendre le fleuve sur une centaine de kilomètres jusqu'aux marécages de cyprès, proches de la côte. Là nous pourrions vivre avec la double protection de l'eau et des arbres, en nous alimentant de poisson.

IV Un ancien delta

Sables fluviatiles de la Formation d'Oldman faisant place vers le haut aux boues marines de la Formation de Bearpaw, près d'Irvine (Alberta) (S72-4012)



Les falaises de Drumheller
Les sables du Parc provincial des Dinosaures et les débris du monde ancien qu'ils contenaient se sont enfoncés sous la bordure occidentale de la mer intérieure il y a 73 millions d'années. De lents et importants mouvements verticaux dans les montagnes de l'ouest avaient détourné vers d'autres régions les grands fleuves qui avaient autrefois déversé des sédiments dans les plaines et le delta de la région où se trouvent aujourd'hui les collines du Cyprès. Le fond de la grande dépression à l'est des montagnes continua néanmoins à s'enfoncer au rythme de 2,5 centimètres tous les 500 ans. Le sud de l'Alberta était alors recouvert d'une mer peu profonde dont le rivage occidental s'étendait depuis le sud-est de la Colombie-Britannique jusqu'à l'ouest de Calgary et de Red Deer, ainsi qu'autour d'un autre delta centré près de Fort McMurray au nord-est. Pendant environ deux millions d'années, selon les baculites et les cendres volcaniques, cette mer a déposé sur plus de 150 mètres d'épaisseur une couche d'argile d'un gris brunâtre. Ces sédiments, mous mais cohérents, résistent à l'érosion, qui ne les transforme pas en badlands aussi rapidement que les sédiments plus grossiers déposés sur la terre ferme. Toutefois, des boues marines durcies affleurent par-dessus les sables fluviatiles du Parc provincial des Dinosaures et le long des rivières Bow et Ste-Marie au sud.

Boues marines de la Formation de Bearpaw faisant place vers le haut aux sables fluviatiles pâles sculptés en cheminées de fée, Formation de Horseshoe Canyon, près de Willow Creek, sur la Red Deer (Alberta) (S72-4004)



Un réseau hydrographique prenant naissance dans les bassins d'entremont de Colombie-Britannique et se dirigeant vers l'est continua à alimenter le delta du nord. Le volume de sédiments charriés compensait l'enfoncement graduel du bord occidental de la grande dépression, si bien que le delta ne fut pas immergé. De grands marécages s'y formaient, à mesure que la mer s'étendait sur le sud de l'Alberta. On a d'ailleurs repéré dans des puits de pétrole, sur une distance de plus de 130 kilomètres, la houille issue de l'accumulation de végétaux tourbeux dans les marécages. Il y a entre 71 et 72 millions d'années, les bras du delta se mirent à couler vers le sud-est, répandant des sédiments dans la région de Drumheller. On peut voir aujourd'hui à seize kilomètres en aval de Drumheller, dans l'étroite vallée de la Red Deer, la transition entre les dépôts de la mer peu profonde et les dépôts deltaïques.

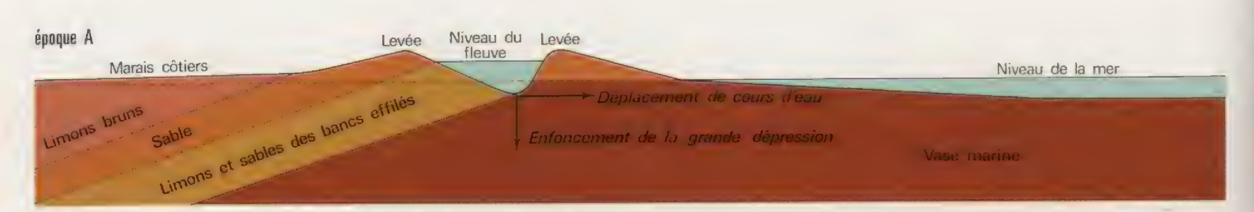
Au bas des parois de la vallée, là où la Willow Creek se jette dans la Red Deer, on remarque, dans les boues durcies gris brunâtres, des galeries creusées par des vers marins ainsi que des fragments de coquilles d'organismes marins. Ces boues durcies deviennent progressivement plus limoneuses lorsqu'on remonte les parois, et sont enfin brusquement recouvertes de douze mètres de grès blanc. Ce grès marque l'emplacement de l'embouchure d'un grand fleuve sinueux. Certaines de ses couches résistant davantage à l'érosion que l'ensemble de la masse de sable, les intempéries les ont souvent sculptées en

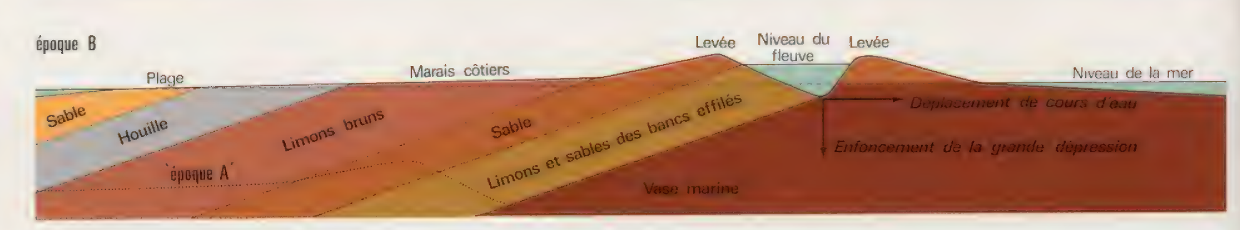
Cheminée de fée dans les sables fluviatiles de la partie inférieure de la Formation de Horseshoe Canyon, près de la Willow Creek, sur la Red Deer (Alberta) (S72-4147)

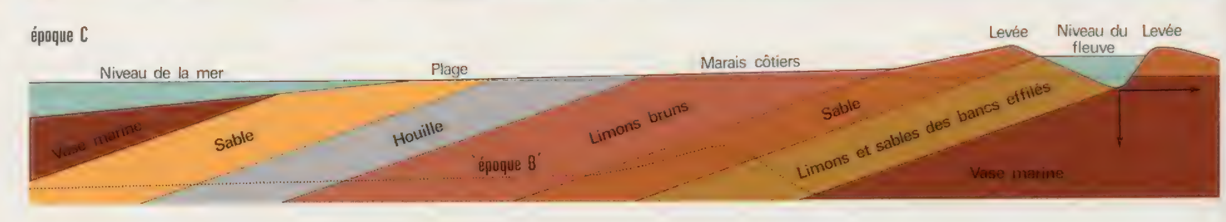
Cheminées de fée dans les sables fluviatiles de la Formation de Horseshoe Canyon, près de la Willow Creek sur la Red Deer (Alberta) (S72-3968)

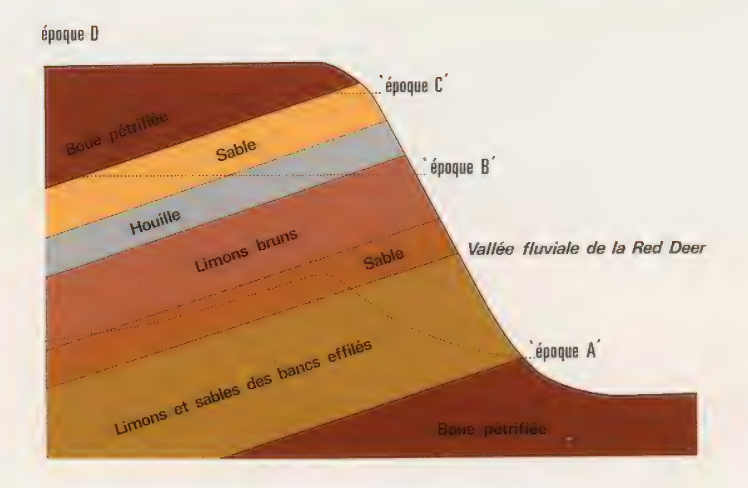












Effet du mouvement du lit d'un cours d'eau deltaïque et de l'enfoncement de la grande dépression sur la répartition des différentes sortes de sédiments. Le temps B est plus récent que le temps A, mais moins que le temps C; le cours d'eau a continué à progresser vers la droite à mesure que la région adjacente s'enfonçait. Le temps D correspond à une exposition de ces sédiments comme ils apparaissent actuellement sur les parois de la vallée de la Red Deer. Les sables de plage et les boues marines solidifiées sont absentes plus à l'intérieur des terres.

cheminées de fée, sortes de champignons dont la tête est portée par une mince colonne de sédiments plus tendres; dans l'ouest, ces formations sont connues sous le nom de « hoodoos ». À mesure que l'érosion déplaçait le lit de l'ancien fleuve, les levées empêchaient l'arrivée des eaux des régions voisines. Un marais se forma donc et la tourbe s'y accumula. Après le départ du fleuve, l'écoulement des eaux s'améliora quelque peu, mais l'apport de sédiments ne suffit pas à neutraliser l'enfoncement progressif de la grande dépression dans cette région. Les courants littoraux et les marées y entraînèrent alors une large couche de sables de plage de sept mètres d'épaisseur, ce qui éleva le sol au niveau de la mer. Un marais côtier se forma et, avec lui, une autre couche de tourbe. L'enfoncement continua, mais il n'y avait plus de redistribution des sédiments pour le compenser. La région de l'actuel confluent de la Willow Creek et de la Red Deer fut immergée et fit place à une baie, avec des plages de vase, des chenaux et des bancs d'huîtres. Les principaux cours d'eau retournèrent alors vers la région, déposant les limons, les sables et les charbons du delta, qui affleurent maintenant vers le sommet des parois de la vallée de la Red Deer.

Les sédiments deltaïques continuèrent à s'accumuler jusqu'à former une suite ininterrompue d'environ 110 mètres d'épaisseur. Ces sédiments, avec leurs bandes de houille noire, de grès blanc et de limons durcis bruns et ocre, constituent une des stratifications les plus colorées que l'on puisse voir

Sables fluviatiles pâles alternant avec des dépôts houillers plus foncés, Formation de Horseshoe Canyon, sur la rive sud de la Red Deer (Alberta), en face de la Willow Creek (S72-4024)

Sédiments deltaïques panachés de la partie inférieure de la Formation de Horseshoe Canyon en premier plan et transition vers les sédiments de la plaine côtière au haut de l'autre rive de la vallée de la Red Deer, au nord de Drumheller (Alberta) (S72-2107)





Alternance de sables fluviatiles, limons de plaine d'inondation et houilles de marécages, partie inférieure de la Formation de Horseshoe Canyon, cañon Horsethief, au nord de Drumheller (Alberta) (S72-2091)



le long des fleuves de la Prairie canadienne. Ils affleurent sur les parois de la vallée de la Red Deer, à partir de la Willow Creek jusqu'au-delà de Drumheller sur une distance d'une cinquantaine de kilomètres. Le charbon a joué un rôle très important dans la fondation et le développement de Drumheller. Quant aux limons et sables, on en a extrait plus de cinquante squelettes de dinosaures. L'un d'eux, installé au Musée national d'Ottawa en 1913, est le premier à avoir été monté au Canada. Remarquable bien que plus modeste, un autre musée, tenu par la Drumheller and District Museum Society, voit en saison affluer trois mille visiteurs par jour venus admirer les restes fossiles de plantes et d'animaux qui vivaient dans la région il y a quelque 71 millions d'années. En sortant du musée, près des souches fossiles du terrain de stationnement, on peut admirer en fin d'après-midi les teintes vives de la vallée, encore rehaussées par les rayons du couchant et le bleu clair du ciel. Comme c'est souvent le cas, la beauté actuelle de ces strates colorées masque l'aspect très différent du monde dont elles sont issues.

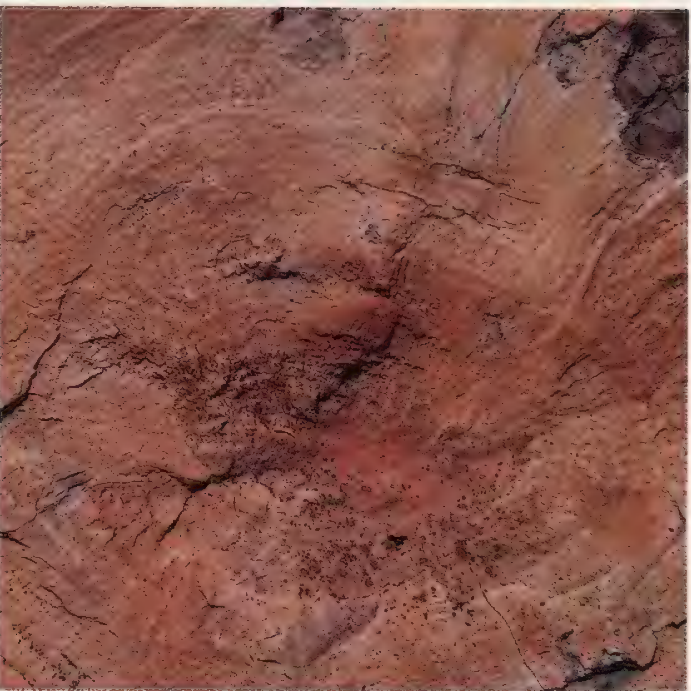
Forêts marécageuses

Lors de la sédimentation aux alentours de Drumheller, la région se trouvait à quelque 250 kilomètres à l'est des Rocheuses et à une quarantaine de kilomètres de la mer. Elle occupait le sud d'un grand delta à peu près semi-circulaire qui s'avançait sur plus de 300 kilomètres dans la mer intérieure. Les

Souche fossile appartenant probablement à un arbre de la famille des cyprès chauves, partie inférieure de la Formation de Horseshoe Canyon, près de Drumheller (Alberta) (S72-4113)

Détail de souche en coupe transversale (S72-4048)





cours d'eau chargés de fins sédiments traversaient le delta. Au cours de leur lent déplacement latéral vers ses zones plus basses, ils laissèrent des couches sédimentaires selon une disposition caractéristique. La rive concave, affouillée par la force du courant, était abrupte. En face, l'accumulation de sables et de limons donnait à la rive convexe une pente plus douce. Le cours d'eau continuait son mouvement vers le bord abrupt, et des couches presque horizontales de limons et de boues se déposaient par-dessus les sables de la rive convexe lorsque les eaux l'inondaient. Finalement un marécage se constitua et, comme l'amoncellement des restes de végétaux commençait à dépasser celui des boues fluviatiles, il se forma de la tourbe qui devint plus tard de la houille.

La plupart des marécages ne furent pas dérangés pendant des millénaires, si bien que les dépôts de tourbe s'y accumulèrent et donnèrent des filons de houille pouvant dépasser quatre mètres d'épaisseur. Cependant le sol continua à s'enfoncer et les cours d'eau traversèrent tout le delta plusieurs fois, laissant comme témoignage de leur passage des couches de sable, de limon, de boue et finalement de houille. Pendant toute cette période, la région était couverte de lacs peu profonds et de marécages et traversée par des bras qui se ramifiaient des cours d'eau principaux pour se diriger vers les côtés du delta.

Aujourd'hui, les feuillus dominent dans les forêts canadiennes croissant en sol calcaire et humide

Le delta moderne du Mississippi avec ses forêts de cyprès chauves et de bois dur. On notera que la côte occidentale de la Louisiane a été tournée vers le nord.

Le centre-ouest du Canada il y a environ 71 millions d'années. Le delta du Mississippi, représenté à gauche, a été renversé, tourné et, enfin, superposé sur le sud de l'Alberta pour donner une idée de la taille de l'ancien delta.



Arbres à bois dur de marécage, Forêt nationale d'Ocala (Floride) (S72-1891)



mais où l'eau ne reste pas, ainsi que dans les zones où les feux de forêt sont rares. Inversement, les forêts de conifères poussent sur les sols acides et saturés d'eau à cause de l'abondance des précipitations ou d'un mauvais écoulement, ainsi que dans les régions où les incendies se produisent fréquemment. Les bois de hêtres et d'érables de l'Ontario et les grandes forêts de sapins de Douglas et de pruches de la Colombie-Britannique illustrent les différences entre les couvertures sylvestres de ces deux milieux.

Les feuillus n'auraient généralement pas trouvé de bonnes conditions dans l'ancien delta. Les sables et limons provenaient des roches acides de l'intérieur de la Colombie-Britannique. Ils étaient mélangés à de grandes quantités de cendres volcaniques extrêmement fines et également acides provenant des Rocheuses. À la suite des éruptions, les cendres retombaient dans les marécages, lacs et baies au fond desquels elles furent souvent préservées en fines couches dans la houille et les boues durcies. De grandes parties du delta étaient couvertes d'eaux stagnantes ou s'écoulant lentement et, bien qu'il y ait probablement eu une saison fraîche un peu plus sèche, l'air était toujours humide. La combinaison d'un climat humide, de sols acides et de vastes zones où l'eau ne s'écoulait guère a sans doute favorisé la croissance de conifères sur presque tout le delta.

Ces zones marécageuses étaient dominées par un groupe particulier de conifères qui, plus que tout autre, caractérisait les forêts des basses terres de l'ouest au cours

de la dernière partie de l'âge des reptiles. À vrai dire, les frondes bleu-vert penniformes de ces plantes auraient alors mérité la place centrale sur le drapeau du Canada tout comme la feuille d'érable aujourd'hui. Actuellement ces arbres ne couvrent plus de grandes étendues sur le globe terrestre et certains sont pratiquement éteints. Ils ne survivent à l'état naturel que dans quelques régions de Tasmanie, de Chine, du Japon, du Mexique et des États-Unis. Des neuf formes qui survivent, deux n'ont que de trois à douze mètres de hauteur et sept dépassent 45 mètres. Un arbre atteint la taille impressionnante de 110 mètres, ce qui en fait la plus haute plante de la terre. Il s'agit des membres de la famille des Taxodiacées, qui comprend entre autres le cyprès chauve, le séquoia, le métaséquoia, le séquoia géant et le cunninghamia. Leur bois résiste aux attaques des insectes, du feu, de la décomposition et de la maladie et ils vivent souvent très vieux. Ils préfèrent les climats chauds, humides et sans risques de gelée et certains croissent dans des marécages, où les racines d'autres arbres se noieraient. À bien des égards, ils furent les dignes correspondants végétaux des dinosaures.

Dans les deltas, l'importance de l'écoulement des eaux est un facteur déterminant du type de végétation. Ainsi, un soulèvement de quelques centimètres de ces zones marécageuses basses peut transformer davantage la couverture forestière que la surrection d'une centaine de mètres d'une région montagneuse. Dans l'ancien delta des environs de Drumheller, les limons et sables déposés par les crues le long des fleuves et des cônes d'alluvions se formant à partir des zones basses des rives produisirent manifestement des sols humides bien que l'écoulement des eaux y fût excellent. Les forêts différaient nettement de celles des marécages environnants.

Le bois, les frondes et les cônes fossiles trouvés dans ces zones légèrement plus élevées indiquent que les arbres les plus communs étaient les séquoias, proches parents de ceux que nous pouvons voir aujourd'hui le long des côtes de Californie. Parmi eux, mais moins fréquents, croissaient d'autres conifères à feuilles persistantes tels que les cunninghamias et les torreyas. Étant donné la taille de leurs parents modernes et les conditions favorables du milieu à cette époque, il serait surprenant que ces arbres toujours verts n'aient pas dominé dans le delta les zones séparant les cours d'eau des marécages de même que les régions où l'écoulement des eaux se faisait mieux. Aujourd'hui les immenses séquoias des côtes poussent près les uns des autres, ce qui cache presque toute lumière. Leurs branches inférieures sont souvent à plus de vingt mètres du sol. Celui-ci est recouvert d'un tapis de mousses et de fougères luxuriantes. En se promenant sous ces arbres à l'époque de l'ancien delta, on aurait eu l'impression de se trouver sous une énorme voûte naturelle fraîche et humide, percée çà et là par les rayons du soleil. Les mousses tendres et les fougères délicates qui recouvraient le sol doucement ondulé de la forêt silencieuse auraient amorti les bruits de pas.

Entre les bosquets de séquoias et les cours d'eau, sur les sédiments plus récents des levées et des rives, poussait une grande variété de non-conifères. Quant aux plantes en bordure des cours d'eau, c'étaient sans doute des gunnéras bas et à grandes feuilles et de nombreuses variétés de fougères héliophiles. En arrière, un peu plus en hauteur, se trouvaient des Cycadées et des katsuras progressivement plus âgés. Ces derniers, qui sont aujourd'hui les plus grands feuillus de Chine où ils atteignent 36 mètres de hauteur, peuvent bien avoir été couverts de vignes de raisin sauvage, de raisin de couleuvre (ménisperme du Canada) et de salsepareille (smilax). Les graines et les jeunes plants de cunninghamias et séquoias se développaient probablement à l'ombre des feuillus, ce qui laisse supposer que les conifères finissaient par les remplacer.

De l'autre côté des bosquets de séquoias, là où l'eau s'écoulait relativement mal, se trouvait peut-être une autre zone où les conifères ne parvenaient pas toujours à dominer. Le sol y était trop humide pour les séquoias, mais pas assez pour permettre la formation d'un marais à cyprès. Ces régions étaient probablement couvertes, au moins par

Lever de soleil sur un marécage à cyprès chauves, bras sud du lac Maurepas (Louisiane) (S73-639)



Alligator, Big Cypress Swamp (Floride) (S72-1922)



périodes, de forêts de feuillus, frênes, caryers amers et chênes bicolores. Les arbres étaient distants des cours d'eau, si bien que leurs feuilles ne pouvaient y tomber et ainsi être préservées de la décomposition et fossilisées. C'est en fait le pollen, plus largement disséminé par les insectes et le vent, qui, sous forme fossile, révèle aujourd'hui la présence de ces arbres et d'autres plantes. Dans les forêts de feuillus moins marécageuses, ainsi que dans les trouées provoquées par la chute d'un arbre géant dans les forêts de conifères voisines, devaient aussi croître de nombreuses variétés de buissons et d'arbustes subtropicaux. Les sédiments deltaïques nous ont fourni en abondance du pollen fossile des familles du buis, de la pervenche, de l'oseille, du protéa et de l'herbe à puce. Encore une fois, en raison de la profusion des variétés de smilax et de vignes, ces forêts de feuillus ont pu abriter une jungle pratiquement impénétrable.

Dans les filons de houille proches de Drumheller, on remarque, parmi les souches fossiles et les blocs de bois pétrifié, ceux du cyprès chauve, arbre qui pousse aujourd'hui aux États-Unis dans les marécages et les deltas du golfe du Mexique et de la côte sud de l'Atlantique. Cet arbre, à la base souvent grotesquement arc-boutée, au tronc tors et au sommet en couronne, a dû pousser en groupes denses dans les régions de l'ancien delta inondées la plupart de l'année.

Myrica (cirier), Big Cypress Swamp (Floride) (S72-1875)



Marécage à cyprès chauves, au sud-est de Baton Rouge (Louisiane) (S73-595)



Marécage à cyprès chauves, au sud-est de Baton Rouge (Louisiane) (S73-632)



Au cours de la saison fraîche, les rameaux des cyprès chauves et des taxodiums de Chine plus petits, qui coexistaient, prenaient une couleur orange rouille et tombaient. Les nombreuses variétés de plantes se développant sans aucun contact avec le sol, ou épiphytes, abondaient aux niveaux supérieurs et mieux éclairés de la forêt et devaient alors bien se distinguer. Elles appartenaient à la famille du gui, dont les représentants modernes sont très communs dans les pays tropicaux; on les rencontre aussi dans le sud-est des États-Unis, où ils forment sur les arbres des bouquets sphériques de feuilles toujours vertes.

La voûte s'épaississait au cours des longs étés humides, lorsque les arbres renouvelaient leurs denses frondes vert foncé. À la surface des eaux, teintées de brun tabac par les écorces de cyprès, flottait un voile de minuscules fougères. Les troncs en décomposition de cyprès géants tombés étaient couverts de fougères plus grandes, à moins que ce ne fût de gunnéras à feuilles géantes, là où la lumière perçait jusqu'à la surface du marécage. En quelques millénaires, une épaisse couche noirâtre de tourbe s'y accumulait. Souvent des feux-follets, causés par l'exhalaison enflammée de méthane produit par la décomposition de la végétation ou par la combustion lente de la tourbe, devaient illuminer les profondes ténèbres des humides nuits d'été. La plus grande partie de l'ancien delta nous aurait fait la même impression que le Great Dismal Swamp de Virginie au cartographe qui l'explora en 1670: « un très grand marécage ou un palus. . . un horrible désert. . . (où) les fétides humidités montent sans cesse. . . corrompent l'air et le rendent inepte à la respiration. . . Jamais le Rum, ce cordial de vie, ne fut trouvé plus nécessaire que dans cet endroit malsain. »* En 1866, le visiteur d'un marécage semblable, l'Atchafalaya Basin en Louisiane, raconta: « Les arbres se refermant au sommet empêchent la lumière de pénétrer, si bien que l'aspect étrange et lugubre de l'endroit est parfait, produisant un air d'interdiction qui suffit à terrifier l'intrus. »**

La faune des anciens marécages

Les sédiments déposés dans les zones humides du delta sont loin de renfermer autant de restes de poissons et de petits animaux que le Parc provincial des Dinosaures. Peut-être est-ce parce que la densité de la voûte forestière empêchait la lumière de passer, ce qui faisait obstacle à la croissance de la végétation des sous-bois, privant ainsi les plus petits êtres de gîte et de vivres. En outre, les animaux terrestres de taille réduite ont peut-être eu des difficultés à pénétrer dans les marécages, et les grandes quantités de tanin qu'y apportaient les écorces d'arbres devaient être nocives pour les nombreuses variétés d'organismes aquatiques.

La vie animale était sans doute peu abondante en bordure des marécages, du côté de la mer. Quelques tyrannosaures et dinosaures à cornes ont pu s'avancer dans les zones marécageuses en suivant les levées plus sèches, mais la plupart des os déposés, ainsi qu'à l'occasion une carcasse partiellement désintégrée, y furent entraînés par les courants, au fond des fleuves. Cependant, il devait alors y avoir un dinosaure étrange dans les forêts dégagées en bordure des marécages, le Pachyrhinosaure. Au lieu de cornes, l'animal était affublé sur le museau d'une énorme protubérance osseuse avec un cratère et, au-dessus de chaque œil, d'une autre excroissance semblable mais plus petite. En outre, des épines bordaient le couvre-nuque. Selon des vertèbres et des membres éparpillés trouvés à proximité de crânes de Pachyrhinosaures, le reptile mesurait près de sept mètres et atteignait le poids d'un gros éléphant. D'un coup de sa tête massive, un adulte pouvait probablement assommer un tyrannosaure. On ne sait si le Pachyrhinosaure broutait, mais d'après les restes trouvés, il semble qu'il vivait à l'écart de la plupart des autres dinosaures, en bordure du delta.

Même si diverses sortes de dinosaures fréquentaient les zones marécageuses éloignées de la mer,

*William Byrd, *The Westover manuscripts: containing the History of the dividing line betwixt Virginia and North Carolina. . .* (Petersburg, Va.: Ruffin, 1841), 143 pp. (Traduction d'un extrait de Dismal Swamp, *Contact*, vol. 8, n° 1 (Wayne, N.J.: Union Camp. Corp., 1973), 24 pp.)

**M. L. Comeaux, *Atchafalaya Swamplife: settlement and folk occupations*, Geoscience and Man, vol. 2 (Louisiana State University, Baton Rouge: School of Geoscience, 1972), 111 pp. (Traduction).

Dépôts deltaïques à relativement bon écoulement des eaux, faisant place vers le haut aux sédiments de la plaine côtière, Formation de Horseshoe Canyon, sur la Red Deer, au nord de Drumheller (Alberta) (S72-4015)



la forme la plus abondante était de loin l'Edmontosaure, à bec de canard. L'animal, qui dépassait souvent dix mètres de longueur, avait un aspect primitif: la tête, rappelant celle du cheval, était dépourvue d'ornements et le corps était moins large que celui de certains dinosaures à crête. Le contenu fossilisé de l'estomac d'un dinosaure proche parent permet de croire que l'Edmontosaure se nourrissait de la frondaison des feuillus et de membres de la famille des cyprès chauves. À la hauteur à laquelle ils se nourrissaient, soit à environ trois mètres du sol ou un mètre cinquante au-dessus du niveau des hautes eaux, les animaux devaient laisser une raie dans la végétation. À l'époque des basses eaux, les Edmontosaures s'avançaient profondément dans les marécages, dénudant les buissons feuillus, les jeunes arbres et les fougères. Une empreinte, laissée par un large pied à trois doigts dans la tourbe autrefois détrempée puis recouverte de sable, indique que les plus gros animaux s'approchaient parfois des bords du delta.

Il est facile d'imaginer une bande d'Edmontosaures broutant dans les sous-bois brumeux et d'un vert bleuté de la forêt marécageuse. La taille et la nonchalance devaient curieusement leur donner une majesté de bovin. Qu'ont-ils bien pu faire lorsque les eaux des forêts et des marais furent recouvertes de cendre volcanique blanche? Comment ont-ils survécu aux violents orages qui à l'occasion ravageaient la forêt sur de vastes étendues? Y eut-il jamais de terrain marécageux presque familier et en même temps aussi étrange, fascinant et de mauvais augure que cet

Edmontosaure (dinosaure à bec de canard) dans un marécage à cyprès chauves près de Drumheller (Alberta).



Transition entre les sédiments deltaïques et les sédiments de la plaine d'inondation, Formation de Horseshoe Canyon, sur la Red Deer, au nord de Drumheller (Alberta) (S72-3973)



ancien delta qui disparut longtemps avant que ne commence la mémoire de l'homme?

Une plaine côtière

Quelques centaines de milliers d'années plus tard, les principales zones de croissance du delta commencèrent à se déplacer vers le nord. Dans la région de Drumheller, les affluents cessèrent de charrier de lourdes charges de sédiments et les levées bordant les fleuves s'amenuisèrent. L'effet négatif de ces dernières sur l'écoulement des eaux dans le delta en fut réduit d'autant. Les marécages tourbeux s'asséchèrent et les forêts de cyprès chauves qui avaient dominé ne purent résister. À mesure que diminuait l'influence du delta dans la région de Drumheller, se mit à augmenter celle d'une longue plaine côtière plus étroite s'étendant le long des montagnes jusqu'au Montana. Cette plaine était alimentée par des cours d'eau provenant des roches riches en calcaire des avants-monts. Par suite, l'acidité des sols diminua et l'écoulement des eaux s'améliora, ce qui favorisa la croissance des arbres feuillus.

Le débit des fleuves de la région de Drumheller faiblit et, avec la réduction de l'apport de sédiments, le front du delta commença à reculer. L'ancienne bordure du delta fit place à un archipel en arc de cercle, et une lagune peu profonde recouvrit probablement les anciens marécages littoraux. Des bayous, sortes

Fougère, hépatiques et racines d'arbres, Tunica Hills, au nord de Weyanoche (Louisiane) (S73-571)



de baies d'eaux saumâtres, s'étendirent à l'intérieur des terres jusqu'à la région de la vallée de la Red Deer au nord de Drumheller, là où les dures couches de sable riches en calcaire et en coquilles d'huîtres forment des bancs parmi les limons et argiles plus mous déposés par les cours d'eau. Des changements aussi importants se produisirent parallèlement dans la vie végétale et animale.

Nous possédons des indices sur la végétation qui recouvrait alors la région: des feuilles fossiles de la vallée de la Red Deer au nord-ouest de Drumheller, d'autres, plus nombreuses, provenant de sédiments similaires de l'ancienne plaine côtière au sud et une multitude de grains de pollen préservés dans les boues et limons durcis. Les pollens révèlent la présence de nombreuses variétés d'arbres feuillus. Toutefois, ces plantes en étaient au début de leur histoire et se transformaient rapidement. Elles n'avaient pas encore pris le dessus sur les forêts de basses terres des régions tempérées les plus chaudes ou subtropicales, comme c'est le cas de nos jours. Les conifères et plusieurs sortes plus primitives d'arbres et de buissons abondaient également. Ce mélange d'arbres anciens et plus modernes, typique des forêts de cet âge, n'existe plus nulle part. Cependant on trouve actuellement des forêts qui pourraient leur ressembler dans le sud-est de la Chine et, moins nettement, dans le sud-est des États-Unis ainsi que dans certaines régions d'Amérique centrale. Quant aux groupes de plantes plus primitives qui jadis florissaient en Alberta, ils sont maintenant disséminés dans toutes les terres isolées de l'hémisphère sud. Essayons d'imaginer l'aspect de ces anciennes forêts.

Une forêt de feuillus à l'époque des dinosaures

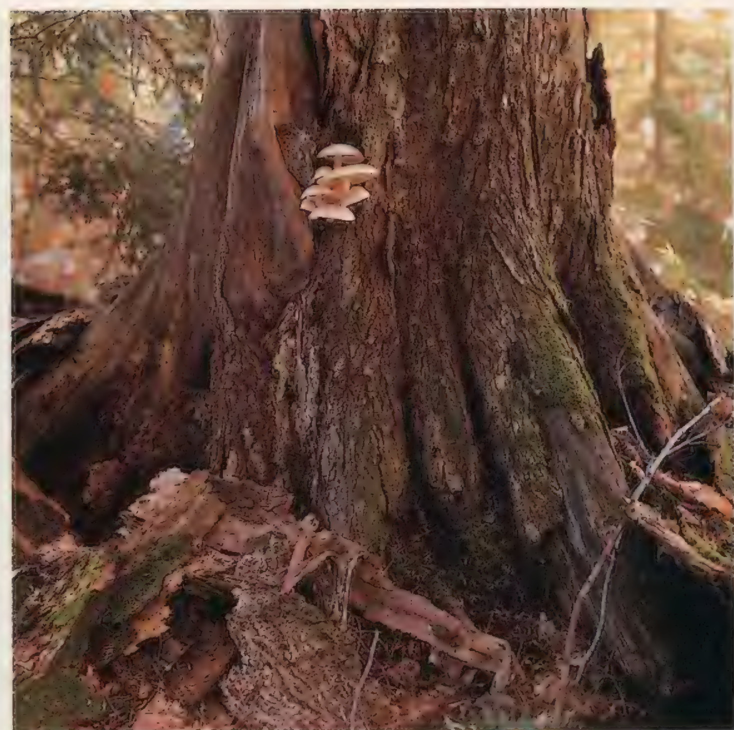
Le soleil darde sur le banc de sable proche de la berge et l'air est sec et très chaud; c'est en effet la saison sèche. Il fait meilleur à l'ombre épaisse des métaséquoias qui abondent le long des cours d'eau. Sur le sol humide et moussu, les branches en décomposition sont parsemées d'hépatiques linguiformes. Dans les troncs pourris tombés pointent des pousses et quelques champignons multicolores. Dans les clairières s'entremêlent fougères, arbrisseaux chargés de vignes et lianes ligneuses. À travers le feuillage devenu rouille et les branches droites des métaséquoias dressées vers le ciel, on peut voir au loin les flèches vertes de séquoias géants isolés, marquant le cours de la rivière à travers la plaine.

À distance des bosquets de métaséquoias, la forêt devient brusquement moins haute et plus dégagée, et la lumière y pénètre davantage. Les feuilles ovales des katsuras à cime ouverte et les feuilles en éventail des ginkgos jonchent de taches jaunes le tapis de

Lycopodes et cortinaire, près de Limoges (Ontario) (S75-1390)

Pleurotes sur un tronc d'orme en décomposition, près de Limoges (Ontario) (S75-1391)





Katsura, Arboretum, Ferme expérimentale centrale, Ottawa (S75-1389)

Ginkgo en fruit, Arboretum, Ferme expérimentale centrale, Ottawa (S75-1388)





fougères. La forêt est aussi peuplée d'arbres à pain (artocarpes) et de protéas dont les feuilles vertes coriaces sont subdivisées en lanières et persistent toute l'année. L'air transporte l'odeur âcre des fruits tombés des ginkgos, et l'on s'émerveille devant le kaléidoscope offert par les feuilles d'un vert luisant ou d'un jaune d'or unissant le ciel bleu aux troncs plus foncés et au sol de la forêt.

Les ginkgos et les katsuras ne s'éloignent guère du cours d'eau, cédant peu à peu la place à une forêt plus dense aux nombreuses variétés d'arbres feuillus. On y trouve beaucoup de magnolias, dont certains ont des feuilles d'un vert luisant qu'ils conserveront jusqu'après l'apparition de la nouvelle pousse. D'autres arbres ont d'énormes feuilles d'un brun argenté, qui commencent à tomber et restent parfois prises dans les branches de jeunes arbres et les toiles d'araignée, ce qui semble étager la forêt.

Ginkgo et magnolia toujours vert, Baton Rouge (Louisiane) (S73-556)

Feuilles de protéas, Fairchild Garden (Floride) (S72-1872)

Magnolia en fleur, Montréal (S75-1387)





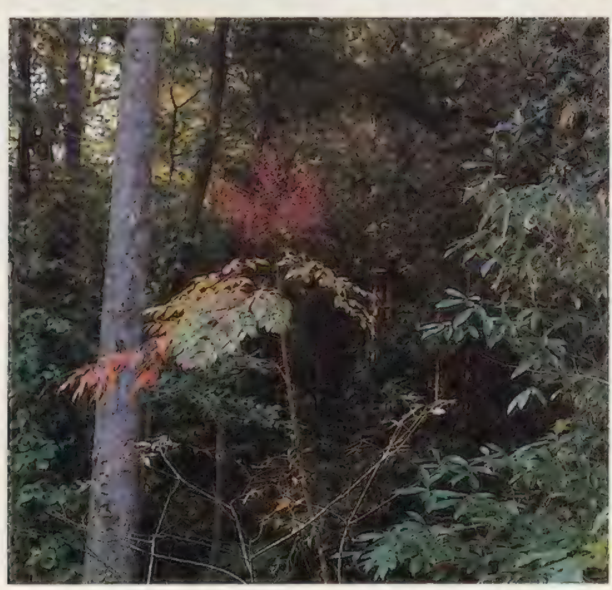


Forêt d'arbres à bois dur divers: tulipiers, magnolias toujours verts, toupélos, érables rouges, chênes, sureaux, herbe à puce et smilax, près de Saucier (Mississippi) (S73-603)

Bâton du diable en fleur à côté d'un pin, et forêt d'arbres à bois dur en arrière-plan, Hattiesburg (Mississippi) (S73-585)

Forêt d'arbres à bois dur divers: magnolias toujours verts et à grandes feuilles, hêtres, ostryers de Virginie, chèvrefeuille et smilax, Hattiesburg (Mississippi) (S73-633)







Les sombres toupélos sont maintenant presque dénudés de leurs feuilles écarlates répandues aux alentours, celles qui restent encore formant des taches vives sur les branches. Par endroits, quelques hêtres au tronc gris et lisse projettent horizontalement leurs branches couvertes de feuilles aux bords découpés, ce qui accentue l'aspect étagé de la forêt. Les couronnes jaunissantes des tulipiers géants dominent le reste de la végétation. Les lianes ligneuses et les sarments des familles du chèvrefeuille et de l'herbe à puce disparaissent dans les branches inférieures de la voûte qui supportent aussi de denses bosquets d'épiphytes. Plus près du sol poussent de petits houx épineux, d'autres arbrisseaux à larges feuilles persistantes et de tout jeunes arbres. Des feuilles jaunes, rouges et brunâtres jonchent le sol.

Dans les régions traversées de cours d'eau, les forêts d'arbres à bois dur prédominent. Dans les parties les plus humides, bordée de fougères arborescentes, la forêt de métaséquoias, de toupélos et de frênes prend une teinte rougeâtre à cause de la saison.

Chênes, caryers, bois d'arc et vignes grimpantes, Baton Rouge (Louisiane) (S73-549)

Petit magnolia à grandes feuilles et persea dans une forêt de hêtres et de magnolias des Ragland Hills, au sud-est de Hattiesburg (Mississippi) (S73-552)

Pins et magnolias à grandes feuilles entourés d'une forêt de magnolias toujours verts, de hêtres, de caryers, de chênes et de sycomores, avec des cornouillers, houx, anis, ostryers de Virginie et halésias poussant en sous-bois, Ragland Hills au sud-est de Hattiesburg (Mississippi) (S73-558)







Jeune forêt de pins et de chênes, Forêt nationale d'Ocala (Floride) (S72-1896)

Araucaria, Fairchild Garden (Floride) (S72-1915)



Au-delà des arbres à bois dur, à l'ouest, le ciel est enfumé par de lointains feux courants. Le sol y est plus sec et permet la coexistence d'essences à aiguilles: pins, araucarias et podocarpes. Le sous-bois est riche en grandes plantes semblables à des cycas, dont le tronc trapu est parfois couronné d'un cône de couleur vive entouré de frondes palmées vert foncé. La région est également parsemée de quassias buissonneux dont les longues frondes semblables à des sumacs ont bruni et tombent. Le sol de la forêt dégagée est recouvert d'un tapis souple de fragments d'écorces, de feuilles mortes à épines et de frondes séchées de cycas et de quassias. Si cette couche est embrasée par un éclair, l'incendie qui se déclenchera peut pénétrer quelque peu la forêt de bois dur. Les feux courants n'endommagent pas sérieusement les forêts dégagées de vieux arbres à aiguilles. Ils tuent par contre les bois durs, ainsi limités aux régions assez humides de la plaine côtière.

Forêts de bois dur et dinosaures

L'ancienne plaine côtière, plus proche de la mer et plus boisée, ne possédait probablement pas la variété de marécages qui jalonnaient les cours d'eau sinueux du Parc provincial des Dinosaures. Dans les sédiments déposés à la surface de cette plaine côtière, on a récolté près de 90 spécimens de dinosaures, toutes les principales sortes trouvées dans le Parc y étant représentées. Certaines, comme le dinosaure-autruche et le dinosaure à bec de canard, semblent avoir été

Podocarpe, Baton Rouge (Louisiane) (S73-573)

Encephalartos lehmanni *et* Cycas circinalis *(Cycadales), Fairchild Garden (Floride) (S72-1908)*





Cycas media *(Cycadales)*, *Fairchild Garden (Floride) (S72-1861)*



beaucoup plus abondantes dans la plaine boisée, tandis que d'autres l'étaient moins, tels le tyrannosaure et les dinosaures cuirassés et à cornes. Or, cinq millions d'années s'étaient écoulées depuis les dinosaures du Parc, et leurs descendants de la plaine boisée n'étaient plus tout à fait les mêmes. Seuls avaient engendré de nouvelles générations les reptiles qui atteignaient la maturité et étaient donc mieux adaptés à leur milieu. Ce dernier résultait de l'interaction entre le terrain à transformation lente d'une part et les nombreuses sortes de plantes et animaux en concurrence qui y vivaient d'autre part. Il ne pouvait rester inchangé. À la longue, ces lents processus de changement et d'adaptation amenèrent des modifications des mœurs et de l'aspect des dinosaures.

Ainsi, dans les lits et les alluvions fossiles des cours d'eau qui traversaient la plaine côtière, on a trouvé des parties de squelettes d'un dinosaure à bec de canard et à cimier, descendant du Corythosaure, appelé Hypacrosaure. Ces restes provenaient d'animaux adultes, mais aussi de jeunes. L'Hypacrosaure diffère de son ancêtre par l'exagération de certaines particularités. Ce qui frappe le plus, c'est la colonne vertébrale qui remonte légèrement en avant du bassin, puis

s'infléchit vers la base du cou, qui est à la hauteur du genou. Les épines dorsales sont extrêmement longues, ce qui donne à l'animal l'aspect d'une gigantesque dinde à dos tranchant et à longue et forte queue. La cuisse et l'avant-bras sont aussi un peu plus longs que chez son ancêtre et les conduits nasaux dans la crête sont plus complètement enfermés dans l'os.

L'Hypacrosaure vivait dans les forêts d'arbres feuillus près des cours d'eau. Comme son contemporain, l'Edmontosaure, il se nourrissait d'arbustes et de fougères, nettoyant les sous-bois, ce qui devait laisser une ligne de broutage à un peu plus de deux mètres du sol. Il évitait les marécages à cyprès, car ces deux dinosaures ne pouvaient fréquenter le même domaine. Le squelette de l'Hypacrosaure semble indiquer que celui-ci était un excellent marcheur. Peut-être émergeait-il de la forêt à l'aube pour se réchauffer le long des rives. Le sang circulant dans les tissus charnus entre les longues épines dorsales était chauffé par le soleil et distribuait ensuite la chaleur dans tout le corps. De retour à la forêt plus fraîche, l'animal devait parcourir de grandes distances dans le cours d'une journée, réglant sa température par son activité intense et la limitation du débit sanguin dans son dos étroit. Les barrissements des voisins, sa vitesse et sa capacité de supporter de plus grands écarts de température l'aidaient à se protéger des attaques des tyrannosaures.

Encephalartos ferox *(Cycadales)*,
Fairchild Garden (Floride)
(S72-1859)



Hypacrosaure (dinosaure à bec de canard) dans une forêt de feuillus près de Trochu (Alberta).



Les dinosaures-autruches abondaient dans les forêts dégagées de la plaine côtière. On en a retrouvé des empreintes de pas dans les sables bordant les bayous saumâtres, ainsi que des os délicats dans les sédiments le long des cours d'eau qui traversaient jadis les bois de feuillus. Ces animaux étaient sans aucun doute aussi à l'aise dans les forêts plus sèches d'arbres à feuilles persistantes et on en a aussi récolté des squelettes dans les cours d'eau des marécages à cyprès. Les dinosaures-autruches étaient tous d'excellents coureurs. À vrai dire il serait plus exact de considérer les autruches comme des imitatrices de ces reptiles disparus depuis longtemps. À certains égards, les gros oiseaux coureurs modernes pourraient bien ne pas être aussi parfaitement adaptés à la course.

Le Dromiceiomimus, le plus commun des dinosaures-autruches dans les forêts de feuillus de l'ancienne plaine côtière, était à peu près de la taille d'une autruche moyenne. Avec son bec d'oiseau, il capturait de petits animaux qu'il déterrait en grattant les débris organiques avec les longues griffes dont étaient munis les trois doigts de ses membres antérieurs. Par rapport à l'autruche, il avait le cerveau de la même taille, mais les yeux étaient beaucoup plus gros, dépassant en fait ceux de tout animal terrestre vivant. Un jeu extrêmement puissant de muscles suspendus à la base de la queue, comme le capelage au mât d'un voilier, fournissait l'essentiel de la force nécessaire pour tirer vers l'arrière les membres postérieurs. La puissance et la disposition des muscles des hanches du Dromiceiomimus ainsi que la longueur des pattes laissent supposer que l'animal courait plus vite que l'autruche, c'est-à-dire à plus de 80 kilomètres à l'heure. Par contre le fémur ne pivotait pas aussi librement à l'articulation de la hanche et un dinosaure-autruche ne pouvait sans doute pas changer de direction aussi soudainement. Le Dromiceiomimus n'en était pas moins très difficile à capturer en raison de son acuité visuelle supérieure, de son intelligence relativement vive et de son extraordinaire aptitude à la course. Il est intéressant de constater que le canal pelvien est très large, ce qui permet de penser que les petits naissaient vivants. Les parents devaient d'ailleurs s'en occuper dans une certaine mesure; c'est du moins ce que semble indiquer la présence d'un Dromiceiomimus adulte enterré avec deux jeunes dans une couche de sable limoneux.

Les autres dinosaures-autruches n'étaient sans doute pas aussi véloces que le Dromiceiomimus. Le Struthiomimus était plus lourd et avait des membres antérieurs beaucoup plus forts. Ses restes se retrouvent davantage dans les dépôts fluviatiles du Parc provincial des Dinosaures que dans ceux de la plaine côtière moins ancienne; l'animal devait donc préférer des lieux plus broussailleux. Peut-être ouvrait-il les bûches en décomposition avec ses puissantes griffes pour y chercher des insectes perce-bois ou encore extrayait-il du sol des nids d'œufs de tortues ou de crocodiles, car ces reptiles abondaient dans le Parc. On n'a recueilli que trois spécimens d'Ornithomimus dans l'ouest du Canada: un dans les sédiments du Parc et les deux autres dans ceux du delta à cyprès. C'était un animal de constitution légère avec des membres antérieurs élancés et des pattes pas tout à fait aussi fortes que celles du Dromiceiomimus. On peut penser qu'il comptait davantage sur les couleurs et la retraite pour se protéger. Avant-bras de fourmilier, tête et pattes d'oiseau terrestre incapable de voler ainsi que tronc et queue de reptile, la combinaison de tous ces traits fait du groupe des dinosaures-autruches un des plus intéressants et des plus singuliers des reptiles fossiles.

Dans la plaine côtière, l'Anchiceratops avait succédé au Chasmosaure comme dinosaure à cornes le plus commun des rives des cours d'eau. Il fréquentait aussi les bayous et suivait les levées dans le delta à cyprès. Lui aussi de la taille du rhinocéros, il ressemblait au Chasmosaure à bien des égards,

Dromiceiomimus *(dinosaure-autruche) dans un bosquet de séquoias près de Trochu (Alberta).*



en dépit du tronc un peu plus allongé et de la queue relativement courte. De plus, la tête de l'Anchiceratops différait par les cornes supra-orbitaires, longues et élancées, et par les proéminences osseuses linguiformes à l'arrière du couvre-nuque. De chaque côté du cerveau se trouvait, encastré dans l'os, un groupe de trois petits canaux semi-circulaires. C'est de ces canaux que tous les animaux terrestres vertébrés, y compris l'homme, tirent leur sens de l'équilibre. Deux canaux sont verticaux et le troisième est toujours horizontal. Or la position du canal horizontal chez l'Anchiceratops montre que l'animal avait généralement la tête inclinée par rapport au sol, regardant devant lui entre les extrémités de ses cornes nasale et supra-orbitaires. Il est difficile de reconstituer ses habitudes alimentaires. Peut-être tournait-il la tête sur les côtés pour saisir par la tige de petites touffes, de fougères par exemple, puis il la redressait pour découronner la plante ou la déraciner. De façon similaire, il broutait sans doute le sommet des fougères arborescentes après les avoir couchées de son corps. Il hachait alors les frondes plus tendres et les avalait en laissant tomber les tissus plus ligneux. Il se peut aussi que l'Anchiceratops ait cueilli les grands cônes aux couleurs vives des cycas parmi les frondes vénéneuses; ces graines jouent en effet un rôle important dans l'alimentation des singes vivant aujourd'hui dans les régions de cycas. Il en digérait l'enveloppe externe charnue, et le noyau était expulsé normalement sans être endommagé.

Le Saurolophe, dinosaure à bec de canard, fréquentait les rivages des bayous qui entaillaient le bord de la plaine côtière. Il ressemblait à l'Edmontosaure, mais le bec était plus large et plus spatulé. Le profil du museau montait en une ligne presque droite jusqu'au-dessus des yeux, puis une longue crête se relevait vers l'arrière. Le Saurolophe descendait d'un dinosaure relativement rare, le Prosaurolophe; celui-ci fréquentait les cours d'eau plus anciens du Parc provincial des Dinosaures et portait une crête rudimentaire. C'est un squelette de Saurolophe extrait par l'American Museum of Natural History en 1911 qui fut le premier squelette à peu près complet de dinosaure recueilli au Canada. Cette découverte stimula fortement la recherche de dinosaures dans les provinces de l'Ouest. L'animal était mort la tête gisant dans une mare d'eau. Les vaguelettes avaient délicatement débarrassé de la chair en décomposition les os du cou et des extrémités antérieures, les séparant un peu et entourant le crâne de petites rides. Étrange coïncidence, c'est la découverte en 1948 d'un autre squelette de Saurolophe par des chercheurs russes qui contribua à ranimer l'intérêt pour les dinosaures de l'Asie centrale. Ce spécimen, trouvé en Mongolie, appartenait à une espèce de taille supérieure – elle pouvait dépasser treize mètres – qui possédait une crête plus longue.

Bien d'autres dinosaures habitaient la plaine côtière. L'Albertosaure, tyrannosaure, avait les pattes plus longues que son ancêtre du Parc, alors que les membres antérieurs, déjà peu développés, s'étaient encore réduits. La plus grande rapidité et l'amélioration des organes défensifs de ses contemporains révèlent la terrible efficacité de ce grand prédateur. Les pattes des Albertosaures en cours de croissance étaient proportionnellement plus longues que celles des adultes, ce qui devait leur permettre de capturer des animaux plus petits et plus rapides, peut-être même des dinosaures-autruches. En grandissant, ces carnivores devenaient plus puissants et s'attaquaient aux herbivores plus gros. L'Arrhinocératops, dinosaure à cornes et à museau court, et plusieurs variétés de dinosaures à cuirasse étaient présents dans la plaine, mais pas en abondance. Rares sont les restes d'animaux plus petits, tels que le pachycéphalosaure, au crâne épaissi, le dromaeosaure et le sténonychosaure. On a recueilli un squelette de deux mètres appartenant à un petit herbivore coureur, le Parksosaure. Cet animal vivait sans doute dans les parties plus sèches et plus buissonneuses des forêts d'arbres à feuilles persistantes.

Les vestiges que nous révèle la vallée de la Red Deer près de Drumheller constituent un témoignage fascinant de ce qu'était une petite partie de la planète il y a 71 millions d'années. La faune et la

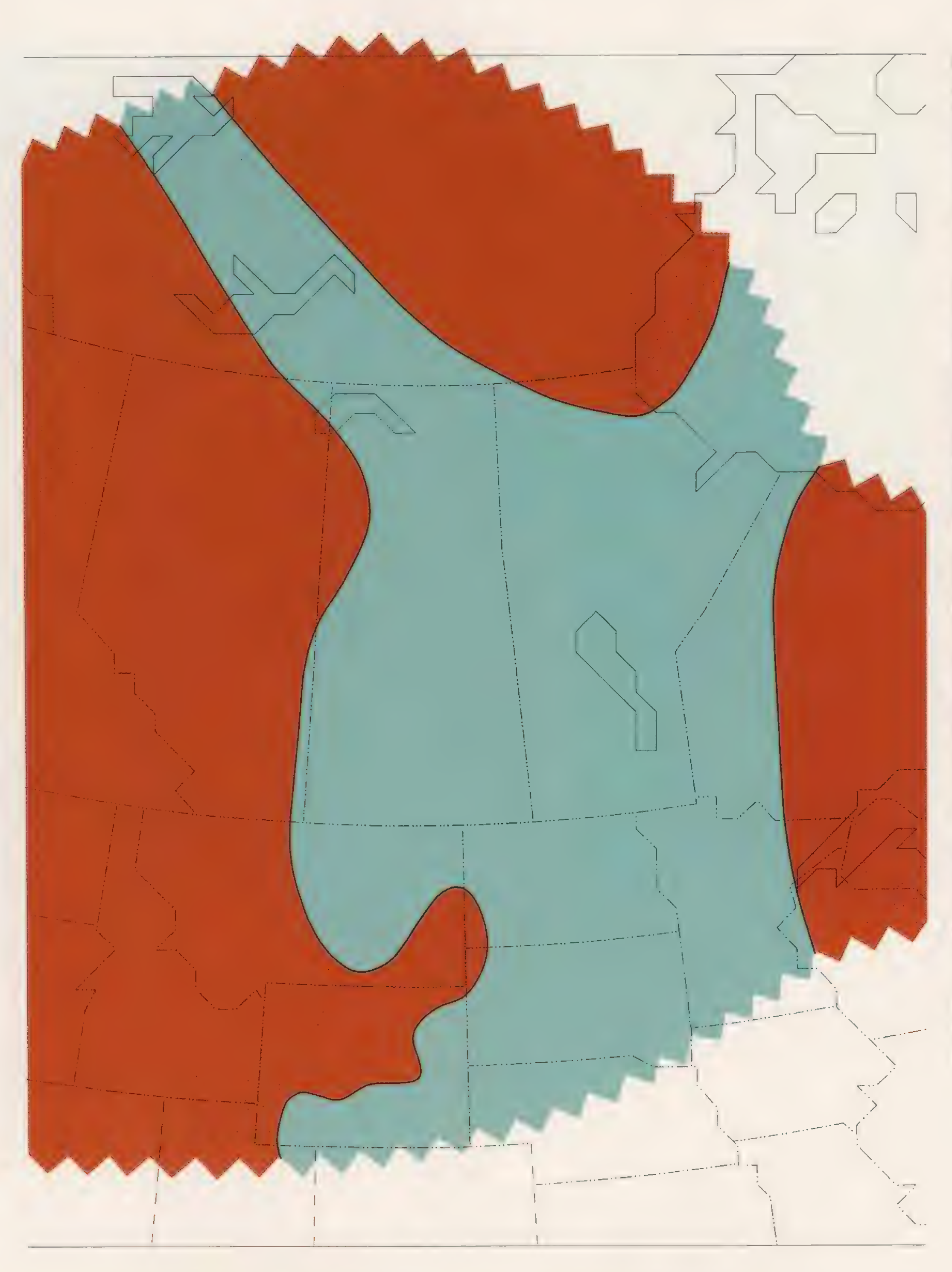
Saurolophe (dinosaure à bec de canard) et Plésiosaure en arrière-plan, le long d'un bayou (baie d'eaux saumâtres) près de Trochu (Alberta).



flore nous seraient apparues à la fois presque familières et très étranges. Cependant le réseau d'influences réciproques qui reliait les plantes, les animaux et le sol était semblable à celui qui règle aujourd'hui la répartition de la vie végétale et animale. Les dinosaures à bec de canard broutaient sur les rives des cours d'eau et dégarnissaient les sous-bois. Les dinosaures-autruches pouvaient alors y vivre, leur vue et leur course n'étant pas gênées par la densité de la végétation. Les tyrannosaures se nourrissaient de dinosaures à bec de canard, en limitant ainsi le nombre et les empêchant donc de détruire la forêt. Les arbres qui pouvaient croître dans une zone étaient déterminés par la composition du sol, l'écoulement des eaux et la présence ou l'absence de feux de brousse. L'ombre formée par la voûte de la forêt et l'alimentation des grands dinosaures herbivores produisaient un terrain plus uniforme, ce qui réduisait la variété d'animaux plus petits qui pouvaient habiter une zone. L'action des éléments – orages particulièrement violents, inondations ou érosion fluviale rapide – restreignait toutefois l'emprise de la forêt sur la terre et offrait des abris à une multitude d'êtres terrestres plus petits. Ce système complexe de limitation et d'équilibre est depuis longtemps une des plus grandes merveilles du monde. Et nous, nous avons l'espace d'une vie pour nous émerveiller . . .

V Les derniers dinosaures

Le centre-ouest de l'Amérique du Nord il y a 70 millions d'années.



La dépression cesse de s'enfoncer
Les bras du delta du nord, qui diffluaient vers le sud-est jusqu'à la mer, retournèrent à la région de Drumheller il y a environ 70 millions d'années, emportant avec eux les marécages à cyprès chauves. Le milieu qui caractérisait la plaine côtière persista brièvement au sud, aux alentours de Lethbridge. La bordure occidentale de la grande dépression cessa peu à peu de s'enfoncer. Les sédiments du réseau fluvial septentrional comblèrent rapidement le bassin de la mer peu profonde qui occupait l'est de l'Alberta et l'ouest de la Saskatchewan. La ligne côtière suivait désormais le front du delta, du centre-nord de la Saskatchewan en direction sud-ouest jusqu'à la frontière avec l'Alberta. Un autre grand delta s'étendit rapidement du Wyoming vers le nord-est, atteignant la Saskatchewan au sud de Regina. Un bras de mer peu profond mais d'une largeur de plus de 320 kilomètres subsista entre les deux deltas dans le centre du Montana et le sud-ouest de la Saskatchewan pendant encore un million d'années.

En même temps, le climat se réchauffait et son caractère subtropical s'accentuait. Cela se traduisit par une migration vers le nord de mollusques à coquille et de micro-organismes marins de la partie sud du couloir marin, près du golfe du Mexique. On a recueilli quelques spécimens du Triceratops, gigantesque dinosaure à cornes,

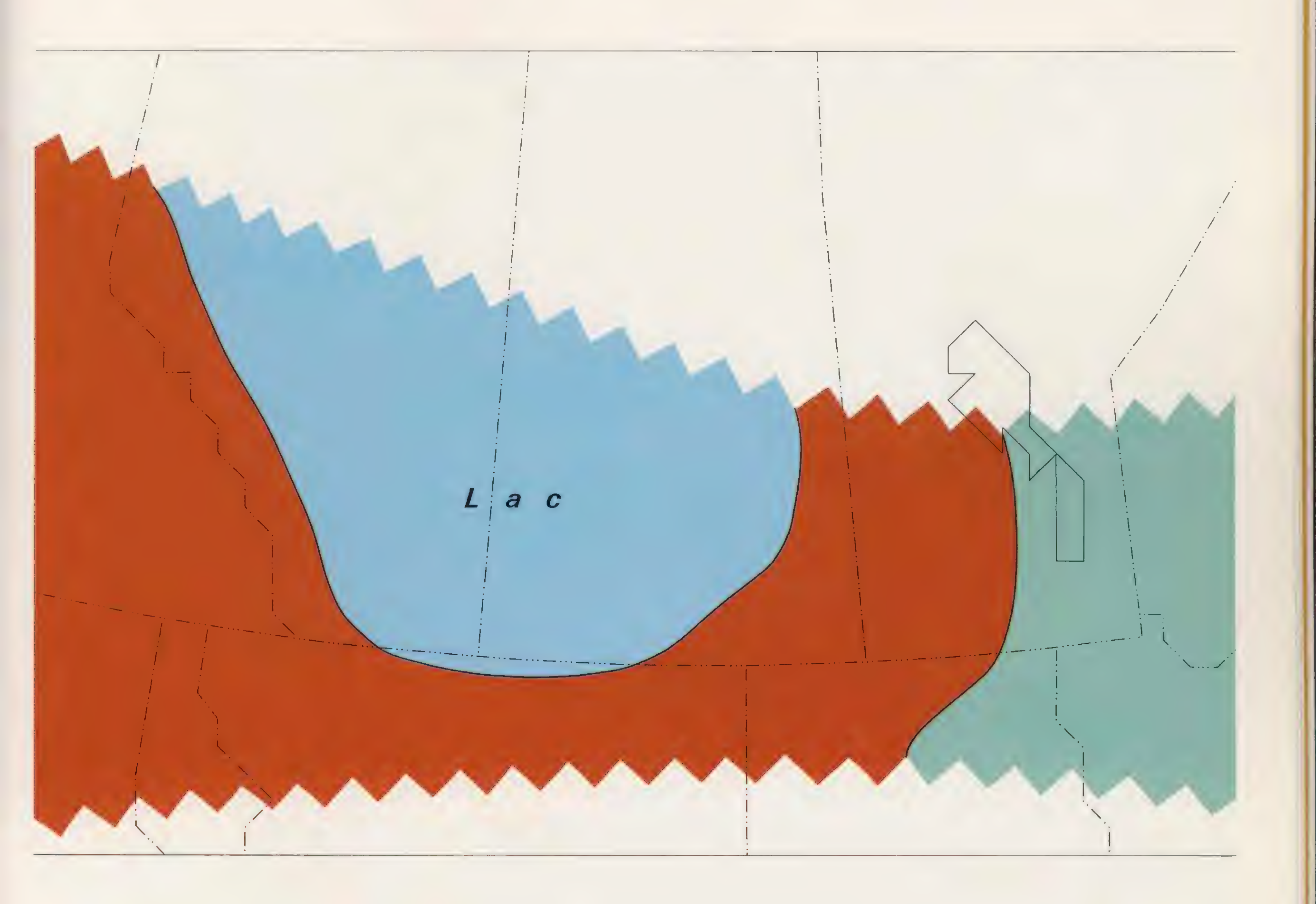
Les derniers dinosaures, dont le Triceratops, se trouvent dans la Formation de Frenchman, d'un marron olivâtre, que l'on peut voir à gauche entre la Formation de Whitemud brillante au-dessous et la Formation de Ravenscrag jaunâtre, bien étagée, au-dessus, sur la butte Ravenscrag (Saskatchewan) (S72-3966)



dans les sédiments qui se déposèrent dans le Dakota du Sud à mesure que le delta s'étendait du Wyoming vers le nord-est. La bordure occidentale de la grande dépression s'éleva légèrement et le bras de mer situé entre les deux grands deltas s'assécha. Sous l'influence de climats humides et plus chauds, l'importante érosion des roches volcaniques de l'ouest du Montana produisit des argiles blanches. Celles-ci furent charriées par les cours d'eau vers le nord et l'est. Mêlées aux sables, aux limons et à la cendre volcanique, elles se répandirent en une vaste couche fine qui s'étend du nord du Montana aux Swan Hills de l'Alberta (nord-ouest d'Edmonton) et vers l'est jusqu'au Coteau du Missouri (sud de Regina). Les feuilles préservées dans ces sédiments indiquent qu'une forêt de feuillus occupait la région. La plupart de ces arbres – lauriers, magnolias, tulipiers, cornouillers et plaqueminiers – portaient des feuilles à bord lisse, ce qui révèle, là encore, un climat chaud et humide. La surface des lacs était couverte de nénuphars et de lotus.

L'aspect physique des provinces de la Prairie se transforma alors. La quantité de sédiments que les courants transportaient des Rocheuses vers l'est devint négligeable. Les principaux cours d'eau furent peut-être détournés vers des régions lointaines au nord et au sud, ou encore vers l'océan Pacifique. La rive occidentale de la mer intérieure avait reculé jusqu'au voisinage de la frontière entre la Saskatchewan et le Manitoba, bien que la ressemblance des mollusques à coquille qui vivaient dans cette mer

Le centre-ouest du Canada il y a 66 millions d'années.



Formation de Whitemud entre les plus hauts sédiments deltaïques des marécages de la Formation de Horseshoe Canyon au-dessous et les sombres argiles lacustres de la Formation de Battle au-dessus, dans le cañon Horseshoe près de Drumheller (Alberta) (S72-2094)



Détail de la Formation de Frenchman, d'un marron olivâtre; les sables masquent les argiles grises de la Formation de Battle entre celle-ci et la Formation de Whitemud au-dessus. On peut voir la houille la plus basse à gauche, par-dessus les sables marron olivâtre, Butte Ravenscrag (Saskatchewan) (S72-4121)



et de ceux qui habitaient alors les eaux marines proches du Groenland montre que le couloir marin divisait encore l'Amérique du Nord. Un faible soulèvement le long du bord oriental de la large plaine côtière fut manifestement accompagné d'un enfoncement léger mais très étendu à l'ouest. Ces mouvements donnèrent naissance à un vaste lac d'eau douce en Alberta et dans l'ouest de la Saskatchewan. Les sédiments blancs tapissant le fond du lac furent recouverts d'une couche de boue durcie sombre dont on sait maintenant qu'elle s'étend sur plus de 800 kilomètres depuis le nord du 49e parallèle jusqu'à la rivière de la Paix ainsi qu'à l'est jusqu'au Coteau du Missouri. À plusieurs reprises, les volcans de l'ouest expulsèrent dans le lac de la cendre dont on a daté à 66 millions d'années une couche d'une épaisseur inhabituelle. Ainsi donc, il y a 66 millions d'années, la plupart de la prairie de l'ouest était recouverte d'un lac d'une superficie comparable à celle de la baie d'Hudson.

Pendant les quatre millions d'années qui s'étaient écoulées, la sédimentation avait été faible dans les régions occidentales de la grande dépression au Canada. Des mouvements verticaux surélevèrent alors les Rocheuses qui n'atteignirent cependant pas leur hauteur actuelle. De l'ouest du Montana en direction sud-est par-delà le Wyoming, une chaîne secondaire plus petite naquit; en même temps et parallèlement, le sol de la grande dépression se cambrait au Canada.

Les couches les plus jeunes du Membre de Scollard ayant produit des dinosaures et contenant aussi des restes de Triceratops se trouvent entre les Formations de Whitemud et de Battle au-dessous et le sommet des parois de la vallée. Les sédiments du centre au premier plan ont glissé vers le fleuve. Environs de Scollard sur la Red Deer (Alberta) (S72-4028)



Sédiments de plaine d'inondation du Membre de Scollard, environs de Scollard sur la Red Deer (Alberta) (S72-3987)



Tout le bassin du grand lac fut relevé, de même que les régions voisines dans l'est du Montana. Le lac fit place à une série de basses collines qui s'étendaient, vers le sud-est, de la région de Drumheller et Red Deer jusqu'à l'est du Montana en passant par les régions des collines du Cyprès et du mont Wood en Saskatchewan.

Au cours du dernier ou des deux derniers millions d'années qui précédèrent la disparition des dinosaures, une grande couche de sédiments qui provenaient des montagnes allant du sud-ouest du Montana au Wyoming s'accumula vers le nord et l'est. La plupart de ces sédiments se déposèrent dans une dépression qui s'enfonçait lentement dans le sud du Montana. Cependant, la quantité de limon et de sable charriés par les courants fut telle que, dans le centre du Montana, les vallées de plus de trente mètres de profondeur furent rapidement comblées et que les basses collines de l'est du Montana et du centre de l'Alberta près de Drumheller furent enfouies. Par contre, les collines du sud de la Saskatchewan émergèrent plus longtemps. Même si de larges vallées de plus de soixante mètres de profondeur furent remplies, le sommet de quelques collines continua de dominer la plaine d'inondation jusqu'après l'extinction des dinosaures.

Le centre-ouest du Canada il y a environ 65 millions d'années.



Il y a environ 65 millions d'années, donc, une large et basse plaine d'inondation s'étendait à l'est des avants-monts des Rocheuses sur un millier de kilomètres à travers l'Alberta, la Saskatchewan et le Montana. Par les dimensions et la forme, elle ressemblait quelque peu au bassin de l'Amazone dans l'ouest du Brésil. Cependant les montagnes, à l'ouest, étaient plus proches et moins hautes, et la région comportait sans doute plusieurs systèmes fluviaux. À l'est, la mer intérieure n'avait alors plus guère que 800 kilomètres de largeur.

La surface de la plaine d'inondation était plus large et plus irrégulière que celle des basses terres plus anciennes qui séparaient jadis les montagnes de la mer. Dans différents secteurs, des soulèvements locaux y avaient formé des collines basses mais plus sèches et où l'eau s'écoulait mieux. Inversement, des lacs petits et de vie relativement courte parsemaient les régions où la plaine humide tendait à s'enfoncer plus rapidement que ne s'accumulaient les sédiments. De grands fleuves sinueux traversaient la plaine d'inondation doucement ondulée, accentuant la diversité du paysage. Leurs flots étaient lourdement chargés de sédiments que, régulièrement, ils répandaient bien au-delà de leurs berges, lors des crues. Dans presque toute la plaine, le taux de sédimentation était trop élevé et l'écoulement des eaux trop rapide pour permettre la formation de tourbières.

Cyprès chauve au bord d'un lac où l'eau s'écoule saisonnièrement, lac Chicot (Louisiane) (S73-634)



La vie dans une plaine d'inondation subtropicale

Plusieurs des plantes subtropicales peuplant les rives des cours d'eau et des lacs étaient rares dans les forêts plus anciennes des marécages et de la plaine côtière près de Drumheller, quand elles n'en étaient pas absentes. Les palmiers du genre sabal côtoyaient les figuiers et les arbustes de la famille du savonnier. Dans les milieux humides se développaient les pandanus aux longues feuilles en lanières et aux racines aériennes et les annones au tronc tordu. La présence de ces plantes dans la région révèle que le caractère chaud et subtropical y était plus marqué que plusieurs millions d'années auparavant. Entre les fleuves, la plaine d'inondation était recouverte de marécages où dominaient cyprès chauves, toupélos, ormes et frênes. Dans les zones plus restreintes qui échappaient aux crues saisonnières devaient pousser des forêts de tulipiers, magnolias et lauriers. Quant au sous-bois, les sassafras, savonniers et ginsengs devaient y abonder. Toutes ces forêts abritaient des vignes et les branches des arbres étaient chargées de lianes et d'autres épiphytes dont certains regorgeaient de fleurs aux couleurs éclatantes.

Le vent transportait jusqu'aux marais voisins des fleuves le pollen des plantes qui croissaient sur les flancs doucement inclinés des collines. C'est là qu'il fut préservé, car les petites collines disparurent plus tard, soit par enfouissement, soit

Shepherdie (savonnier) à feuilles aliformes, Parc national des Everglades (Floride) (S72-1881)



Pins, palmiers et fougères, Big Pine Key (Floride) (S72-1877)



Jeune forêt de cyprès chauves avec toupélos, palmiers nains et épiphytes divers, Big Cypress Swamp (Floride) (S72-1873)

Pandanus, Fairchild Garden (Floride) (S72-1856)

Ficus racemosa, *Fairchild Garden (Floride) (S72-1865)*







Marécage de toupélos près d'Opelousas (Louisiane) (S73-614)

Pousses de toupélos dans un humus de feuilles de toupélos, cyprès chauves et vignes sauvages, environs d'Opelousas (Louisiane) (S73-636)

Forêt dégagée de bois dur, Baton Rouge (Louisiane) (S73-563)







Repousses de chênes et de palmiers nains, Forêt nationale d'Ocala (Floride) (S72-1892)



par érosion. Ce pollen fossile révèle une association de plantes qui ne se retrouve nulle part aujourd'hui, mais que l'on pourrait comparer aux forêts aborigènes de Nouvelle-Zélande. La végétation comprenait notamment des conifères ressemblant à des lycopodes géants, comme le dacryde et l'araucaria, ainsi que des podocarpes à aiguilles charnues et, de la même famille, des phylloclades, à ramifications vertes en éventail au lieu d'aiguilles. Étaient également présents des chênes à tanin, des noisetiers primitifs et des cycas, que rappellent les flores tempérées chaudes de l'Asie, de même que des nothofagus (hêtres à petites feuilles) qui, comme les araucarias, ne survivent qu'en Australasie et dans le sud de l'Amérique du Sud. Des mélèzes et des sapins cohabitaient avec ces arbres exotiques. Dans les zones brûlées à maintes reprises, les pins et les plantes à tiges souterraines protégées, en particulier certains palmiers nains et cycas, étaient probablement plus abondants.

Des animaux aquatiques peuplaient les eaux boueuses des fleuves, mais les variétés de poissons osseux étaient beaucoup moins nombreuses que dans les cours d'eau actuels de taille comparable. Le plus commun des animaux aquatiques était la salamandre. L'amie, poisson vorace d'un mètre de long, abondait aussi. Sa grosse tête et son corps massif contrastaient avec les formes allongées des lépidostées, bien que leur nourriture

fût commune: écrevisses, petits poissons et autres créatures vivant dans l'eau. À l'occasion, un esturgeon ou un spatulaire rôdait près du fond dans les parties moins agitées des fleuves. Des os fragiles enfouis dans les sables anciens appartenaient à des oiseaux aquatiques ressemblant aux plongeons, aux bécasseaux et aux flamands, qui suivaient les fleuves jusqu'à la mer.

Le passage entre les abords obscurs des cours d'eau et les forêts adultes dégagées était brutal. Les arbres d'une seconde pousse atteignaient rapidement une taille respectable sur les bancs des rives convexes. Sur les rives opposées, de grandes parties de forêt adulte étaient emportées par le fleuve à la saison des crues. Les animaux qui normalement abondaient dans la végétation buissonneuse et enchevêtrée le long des fleuves, tels que tortues, grenouilles et petits dinosaures, avaient du mal à y trouver un habitat. Ils étaient peu fréquents et il est rare que leurs restes se soient préservés. Par contre de petits lézards et des mammifères primitifs voisins de l'écureuil foisonnaient dans les arbres, se nourrissant d'insectes, de graines et de fruits. Une dent isolée d'à peine deux millimètres de long recueillie dans le Montana pourrait bien provenir de la mâchoire inférieure d'un singe très primitif.

Les forêts marécageuses entre les fleuves n'étaient probablement pas hospitalières pour les gros animaux. La forêt adulte était constituée de telle sorte que les branches des feuillus se rencontraient à une hauteur de vingt à trente mètres du sol pour former une voûte ininterrompue. Les couronnes des grands cyprès chauves et des métaséquoias, à au moins cinquante mètres de hauteur, dominaient les arbres des alentours. Les petites plantes de la forêt étaient plongées dans la pénombre au cours de la saison chaude, période de croissance, et inondées pendant les mois humides. La végétation terrestre propre à la consommation ne devait pas abonder et variait probablement au cours de l'année. À cet égard, de grandes zones du centre du Montana étaient semblables aux régions en bordure du delta qui avait existé six millions d'années auparavant près de Drumheller. Cette partie du delta avait été peuplée de dinosaures à bec de canard à tête plate et de grands dinosaures à cornes à tête de bélier. Dans l'ensemble, ce sont à peu près les mêmes dinosaures qui vivaient dans le centre du Montana.

Le dinosaure le plus commun de la région était le Triceratops, grand dinosaure à cornes, qui pourtant ne devait pas être tellement abondant. Des nécrophages et les crues éparpillaient, dans la forêt, crânes et fragments de squelettes. Certains os furent enfouis dans les sédiments déposés par les crues, mais la plupart furent partiellement ou totalement désintégrés par les éléments avant la fossilisation. Si l'on avait exploré le sol de la forêt vers la fin de la saison sèche, alors baigné par un chaud et brillant soleil de début de printemps, on l'aurait trouvé assez peu animé. Des lézards détalaient sur les troncs d'arbre. Plus loin, une écrevisse dérangée dans sa mare engorgée de feuilles menaçait l'intrus de ses pinces dressées. En marchant une heure peut-être, on aurait pu trouver un objet long d'un blanc verdâtre, en partie enseveli dans le sol humide. À l'examen, on aurait reconnu un os d'un mètre de longueur, un fémur de Triceratops. Bien que plus rarement, on aurait pu découvrir un énorme crâne de deux mètres, renversé, les cornes supra-orbitaires et le couvre-nuque plantés dans le sol. Les dents et le bec corné semblable à celui du perroquet auraient depuis longtemps été dispersés par les éléments, et le crâne enveloppé de mousses et d'hépathiques. Il aurait été encore plus difficile de rencontrer les reptiles eux-mêmes, bien qu'il ne manquât pas de pistes, de végétation dérangée et de gros excréments fibreux. Pourtant, ces animaux n'auraient certes pas passé inaperçus en raison du bruit des branches qu'ils cassaient, de leur forte respiration et de leur masse. Plus massifs que les éléphants les plus gros, ils n'étaient pas tout à fait aussi grands. L'adulte mesurait plus de huit mètres de long et près de trois mètres de haut au niveau du bassin; il pesait plus de neuf tonnes. Comme d'autres dinosaures à cornes, il était bien protégé par la cuirasse

Deux Triceratops (grands dinosaures à cornes) à côté d'un petit lac dans une forêt de cyprès chauves et de gommiers au sud du mont Wood (Saskatchewan).



de sa tête et manifestait de plus un tempérament extrêmement belliqueux.

Peut-être à cause de la faible étendue des forêts d'arbres feuillus à bois dur, qui avaient abondé dans les plaines côtières où l'eau ne restait pas, on n'a recueilli aucun dinosaure à bec de canard des variétés à cimier et à crête dressée dans les sédiments déposés à cette époque dans les plaines d'inondation de la Prairie ou des états voisins. Par contre, bien qu'en moins grand nombre que le Triceratops, était présent un dinosaure à bec de canard à tête plate: l'Anatosaure. Il avait un bec plus large et plus spatulé que celui des dinosaures à bec de canard à tête plate du delta plus ancien. Les adultes n'étaient pas tout à fait aussi grands, puisqu'ils mesuraient à peine dix mètres de long et pesaient environ trois tonnes et demie. Leurs restes sont plus étroitement reliés aux grès fluviatiles que ceux du Triceratops et les squelettes recueillis sont plus complets. Dans deux cas, les sédiments contenaient des empreintes d'épiderme très proches des squelettes. Grâce à ces remarquables fossiles, nous savons que l'Anatosaure avait les pattes antérieures palmées et une frange charnue le long de la ligne médiane du dos. L'animal suivait probablement les cours d'eau, dénudant tous les jeunes arbres de la forêt humide qu'il pouvait rencontrer près des rives.

Outre le Triceratops et l'Anatosaure, vivait alors le plus grand carnivore terrestre connu de l'homme, le célèbre Tyrannosaure. Quel enfant d'Amérique du Nord n'a pas été rempli d'un émerveillement mêlé de crainte en découvrant ce monstre de douze mètres et de près de huit tonnes, éteint depuis longtemps? Combien de parents ont dû voler au secours de leur bambin sur le point d'être happé par une énorme gueule d'un mètre vingt et déchiqueté par des dents de treize centimètres . . . au beau milieu d'un cauchemar? Le nom de Tyrannosaure remonte à 1905. Aujourd'hui on n'en connaît qu'un squelette relativement complet bien qu'il lui manque tous les membres sauf un, ainsi qu'une dizaine de squelettes plus fragmentaires. Ces derniers ont été recueillis pour la plupart dans le Montana à environ 150 kilomètres au sud de la frontière. Seuls quelques os isolés ont été récoltés au Canada jusqu'à présent. Une autre espèce de Tyrannosaure, plus petite et plus primitive, vivait à peu près à la même époque en Asie centrale.

Il se peut que, comme son parent asiatique et ses prédécesseurs nord-américains, le Tyrannosaure ait préféré chasser près des cours d'eau. La plupart des restes de squelettes proviennent des sables qui comblèrent les anciennes vallées à mesure que les dépôts de la plaine d'inondation s'étendaient du sud du Montana vers le nord-est. Sauf par la taille, le Tyrannosaure ne différait pas beaucoup de ses ancêtres. Comme eux, c'était un automate carnivore bipède, au très petit cerveau et aux membres antérieurs réduits terminés par deux doigts. Toutefois, il était beaucoup plus lourd et ses membres postérieurs étaient d'une constitution plus puissante. Il avait certes bien besoin de toute sa force pour terrasser les grands dinosaures à cornes. Peut-être, comme celle de notre actuel dragon de Komodoro, sa gueule était-elle septique, c'est-à-dire que l'animal qu'il mordait était atteint d'infection ou d'empoisonnement du sang qui l'affaiblissait et finissait parfois même par le tuer. Le Tyrannosaure pouvait alors facilement maîtriser le dinosaure à cornes qu'il attaquait ou en dévorer plus tard le cadavre. Il est néanmoins plus vraisemblable qu'il tuait immédiatement sa proie en la déchirant vivante.

On a aussi découvert dans les dépôts de la plaine d'inondation s'étendant au sud du 49e parallèle des crânes isolés d'un groupe très étrange de dinosaures, les pachycéphalosaures. D'après le squelette incomplet d'un pachycéphalosaure plus petit et plus ancien trouvé dans le Parc provincial des Dinosaures, le tronc de ces reptiles était large et la queue longue et mince

Pachycéphalosaure (dinosaure au crâne très épaissi) parmi des feuilles géantes de gunnéras; en arrière-plan, grand podocarpe, fougère arborescente et pandanus. Environs du mont Wood (Saskatchewan).



comme celle de beaucoup d'autres petits dinosaures bipèdes. Il avait les pattes antérieures très petites et le dos inhabituellement fort. La forme la plus récente, le Pachycéphalosaure, devait être semblable et atteindre la taille d'un homme.

L'aspect vaguement humain ne s'arrêtait pas là. Au-dessus et en arrière de grands yeux, le crâne de certains spécimens s'élevait en un dôme proéminent ressemblant de façon frappante à la voûte crânienne humaine. Des excroissances osseuses à l'aspect de verrues couvraient la nuque et le nez, qui était petit. D'autres spécimens de Pachycéphalosaure avaient le dôme crânien moins développé. Le cerveau avait des proportions normales pour un dinosaure, mais il était protégé par 23 centimètres d'os très solide. On suppose que les mâles avaient le dôme plus épais, hypothèse qui séduira sûrement les lectrices, et qu'ils se donnaient des coups de tête comme les béliers à l'époque du rut. À d'autres périodes, le Pachycéphalosaure cherchait sans doute refuge dans la forêt au milieu des ventis et de l'épais sous-bois, où il pouvait échapper aux gros carnivores. La taille et la forme de ses dents indiquent qu'il broutait de la végétation tendre et la rareté de ses restes laisse entendre qu'il ne devait pas abonder.

Le Thescelosaure, autre petit dinosaure herbivore, fréquentait les environs des rives. D'une longueur d'à peu près quatre mètres, il avait les membres courts, le tronc rond et plutôt dodu et la tête petite. Il nous serait apparu comme un curieux mélange de lézard et d'oiseau. L'animal vivait en bande dans les parties broussailleuses le long des cours d'eau, se nourrissant de feuillages. Peut-être fonçait-il dans les buissons ou se glissait-il dans l'eau à l'approche d'un prédateur. Le seul crâne recueilli d'une petite espèce de tyrannosaure, l'Albertosaure, indique qu'on trouvait également des reptiles carnivores de taille comparable.

Peu nombreux étaient les autres dinosaures qui vivaient dans les forêts de la plaine d'inondation. On n'a récolté que quelques rares os isolés de dinosaures-autruches ou de dromæosaures à griffes d'aigle. On a découvert dans le Montana un squelette incomplètement conservé d'Ankylosaure, grand dinosaure à cuirasse. De nouveau il atteint près d'une fois et demie la taille de son précurseur, l'Euoplocéphale, dont on trouve les restes dans les sédiments plus anciens le long de la Red Deer. Comme celui-ci, l'Ankylosaure possédait une massue caudale, mais il était plus massif et ses protubérances à l'arrière du crâne étaient plus grandes. En tout, les squelettes d'une soixantaine de dinosaures ont été déterrés dans le Montana et le Dakota. La majorité appartenait au Triceratops et des centaines d'autres os de ce dinosaure à cornes géant furent laissés de côté à cause de leur très mauvais état de conservation. Comme c'est le cas de la plupart des dinosaures qui vivaient à son époque, le Triceratops était plus grand que les formes parentes qui avaient auparavant habité les basses terres à l'ouest de la mer intérieure. L'accroissement de la taille reflète sans doute les climats généralement plus chauds que connaissait alors toute la région.

Les sédiments qui se répandirent il y a longtemps vers le nord-est dans l'ancienne plaine d'inondation ont été remis à nu par la rivière des Français et par les cours d'eau qui, en direction sud, coulaient du mont Wood dans le sud-ouest de la Saskatchewan. Les sédiments y comblèrent d'anciennes vallées et empiétèrent peu à peu sur les basses collines qui dépassaient le niveau général de la plaine d'inondation. Ces collines furent probablement couvertes par la forêt dégagée peuplée des conifères particuliers qui semblent avoir dominé les zones légèrement plus élevées à cette époque. Dans les dépôts de cette région, on n'a encore recueilli que 17 spécimens de dinosaures. Il s'agit pour la plupart de crânes isolés de Triceratops. Toutefois, dans le musée de Eastend, en Saskatchewan, on peut voir le couvre-nuque plat rectangulaire d'un autre dinosaure à cornes géant, le Torosaure. À part cette pièce, on ne connaît en Amérique du Nord que trois crânes de cet animal et on n'a jamais pu identifier de restes de squelettes. L'étude du couvre-nuque tend à démontrer que le Torosaure descendait du Chasmosaure, plus petit, dont on a retrouvé plusieurs squelettes dans le Parc. Les cornes supra-orbitaires du Torosaure sont très longues. D'autre part, on a découvert deux spécimens de l'Anatosaure, dinosaure à bec de canard à tête plate, près du mont Wood, ainsi que des os éparpillés de Thescelosaure. L'association de

dinosaures qui habitait la plaine d'inondation autour des anciennes collines du sud-ouest de la Saskatchewan était probablement semblable à celle qui, à la même époque, vivait plus au sud, dans le Montana. Quant aux animaux des collines, on n'en sait rien.

À cinq cents kilomètres au nord-ouest et à soixante-cinq kilomètres au nord de Drumheller, on peut à nouveau voir les sédiments de l'ancienne plaine d'inondation, vers le haut des parois de la vallée de la Red Deer. Ce furent les derniers sédiments déposés en Alberta à l'ère des dinosaures. Ils recouvrirent une série de sédiments plus anciens, maintenant à nu le long de la Red Deer dans la partie de son cours orientée vers le sud. On peut y distinguer successivement et en commençant par les plus récents, les argiles sombres de l'ancien lac, une fine couche de grès blanc, les limons, houilles et sables de la plaine côtière et du delta, les boues marines d'une mer peu profonde et finalement les sables des cours d'eau enchevêtrés du Parc provincial des Dinosaures. L'ensemble de cette série de sédiments représente douze millions d'années. Elle a produit une plus grande variété d'associations de dinosaures et un plus grand nombre de squelettes de ces reptiles que toute autre série comparable du globe.

Les argiles de l'ancien lac de cette région ont été généralement peu érodées avant d'être à nouveau couvertes par les limons et sables de la plaine d'inondation, et les collines qui pouvaient exister alors étaient très basses et rapidement ensevelies. Le pollen et les feuilles fossiles indiquent que les forêts y étaient similaires à celles du Montana, mais l'association de dinosaures n'était pas tout à fait la même. Sur les quelque seize spécimens découverts, environ un tiers seulement étaient des Triceratops. On n'a récolté qu'un squelette de Thescelosaure et aucun reste de dinosaures à bec de canard. Par contre, on connaît deux spécimens d'Ankylosaure et six de Leptoceratops, protocératopsidé guère plus grand qu'un porc. À bien des égards, le Leptoceratops ressemblait aux dinosaures à cornes, sauf qu'il lui manquait les cornes et le couvre-nuque, caractéristiques des grands reptiles.

En Amérique du Nord, les restes de squelettes de protocératopsidés se trouvent en général dans les sédiments déposés non loin des régions montagneuses. En Asie centrale, on connaît un grand nombre d'œufs et de squelettes de Protoceratops provenant d'anciens dépôts intérieurs. On y a aussi recueilli des dinosaures cuirassés ressemblant à l'Ankylosaure mais plus petits, dans des sables déplacés par les vents et contenant des nids de Protoceratops. L'apparente abondance de protocératopsidés et d'ankylosaures, le nombre relativement plus restreint de spécimens de Triceratops et l'absence d'Anatosaures laissent supposer que dans la région de la Red Deer la plaine d'inondation était proche d'un autre grand milieu. Les petits mammifères à fourrure présents semblent confirmer cette hypothèse, car les granivores du genre écureuil étaient beaucoup moins communs que dans le centre du Montana, alors que les insectivores et les formes du genre opossum l'étaient beaucoup plus. Ces différences peuvent avoir résulté des soulèvements dans les montagnes occidentales, probablement près de leur emplacement actuel, à environ 150 kilomètres à l'ouest.

Un paysage condamné

On a découvert des restes fragmentaires de dinosaures à bec de canard à 2000 kilomètres au nord de la Red Deer. Ils se trouvent dans les sédiments déposés dans le nord du Territoire du Yukon au cours de la même période, il y a environ 65 millions d'années. Ces sédiments s'accumulèrent aussi dans une plaine d'inondation; ils contiennent du pollen et des spores fossiles de plantes qui poussaient dans les forêts de bois dur: fougères, toupélos, cycas et nombreux épiphytes. La région se trouvait à quelque 800 kilomètres au nord du cercle polaire d'alors. Pour survivre, les plantes devaient hiberner pendant la longue saison obscure et les dinosaures, qui dépendaient de leur vue pour trouver leur nourriture, étaient donc contraints d'émigrer vers le sud.

Seize cents kilomètres au sud de la Red Deer, au-delà des jeunes chaînes de montagnes orientées nord-ouest – sud-est qui divisent le Wyoming, était située une autre ancienne plaine d'inondation qui s'étendait sur 1100 kilomètres vers le sud et pénétrait dans ce qui est aujourd'hui le Mexique. Le pollen

et les spores fossiles révèlent la présence de plantes demandant un milieu tropical humide. On ne connaît pas bien la faune dinosaurienne de cette région, mais outre les dinosaures à bec de canard, les dinosaures à cornes et les tyrannosaures caractéristiques des régions plus septentrionales, vivaient des formes gigantesques apparentées aux brontosaures. Ces herbivores avaient le cou et la queue allongés et ils étaient présents dans toutes les régions tropicales du globe. Le représentant nord-américain, nommé Alamosaure, provient du centre de l'Utah et de la partie du Texas au-delà du Pecos, près du Big Bend du Rio Grande.

On sait qu'il y a 65 millions d'années les dinosaures se répartissaient du Territoire du Yukon au Texas. Quelques squelettes témoignent également de l'existence de dinosaures à bec de canard à proximité des côtes atlantique et pacifique du continent. En fait, à cette époque les dinosaures vivaient sur toute la terre ferme. Pourtant, environ un million d'années plus tard, cette grande race de reptiles s'éteignit soudainement. La plupart des gens considèrent les dinosaures comme des colosses lourdauds dont il était dans la nature des choses qu'ils devinssent désuets et donc incapables de survivre. Mais si l'on passe en revue l'histoire des dinosaures de la partie centre-ouest de notre continent, comme nous venons de le faire, peut-on se satisfaire d'une telle explication? Ou bien un élément de cette histoire nous échappe-t-il? Depuis que les savants ont découvert que les dinosaures habitèrent jadis la Terre, on s'est beaucoup interrogé sur le problème de la disparition de ces reptiles géants.

VI La fin d'une ère

Sédiments continentaux déposés à la fin de l'âge des reptiles dans le centre-ouest de l'Amérique du Nord. Les lignes indiquent l'horizon des extinctions.



Sur la terre
L'air est très chaud et sec. Un membre antérieur de Triceratops est en partie découvert dans le creux qui sépare deux petites buttes des badlands. Les intempéries le dégagent des limons durcis où il fut enfoui, il y a de cela environ 64 millions de révolutions de la Terre autour du Soleil. Lorsque la lumière solaire frappa pour la dernière fois ce membre, les os se décomposaient lentement sur le sol de la forêt humide où l'avaient traîné une paire de jeunes tyrannosaures querelleurs. Il fut alors recouvert des limons et argiles laissés par les hautes eaux de la saison humide. Lorsque les sédiments eurent atteint une soixantaine de centimètres d'épaisseur, un marais se constitua dans cette zone. Les débris végétaux qui s'y accumulèrent sont aujourd'hui visibles sous la forme d'une bande d'un marron violacé entourant les deux buttes juste au-dessus des os décomposés. Ces débris contiennent des spores de fougères qui croissaient dans les terrains marécageux dégagés, ainsi que le pollen de cyprès chauves, de pandanus, de gunnéras à grandes feuilles, de buis, de protéas, d'ormes et de nombreuses variétés de gui et de plantes inconnues. Le marais fut alors comblé par des limons et argiles semblables à ceux où était enterré le membre de Triceratops, et la forêt reprit le dessus.

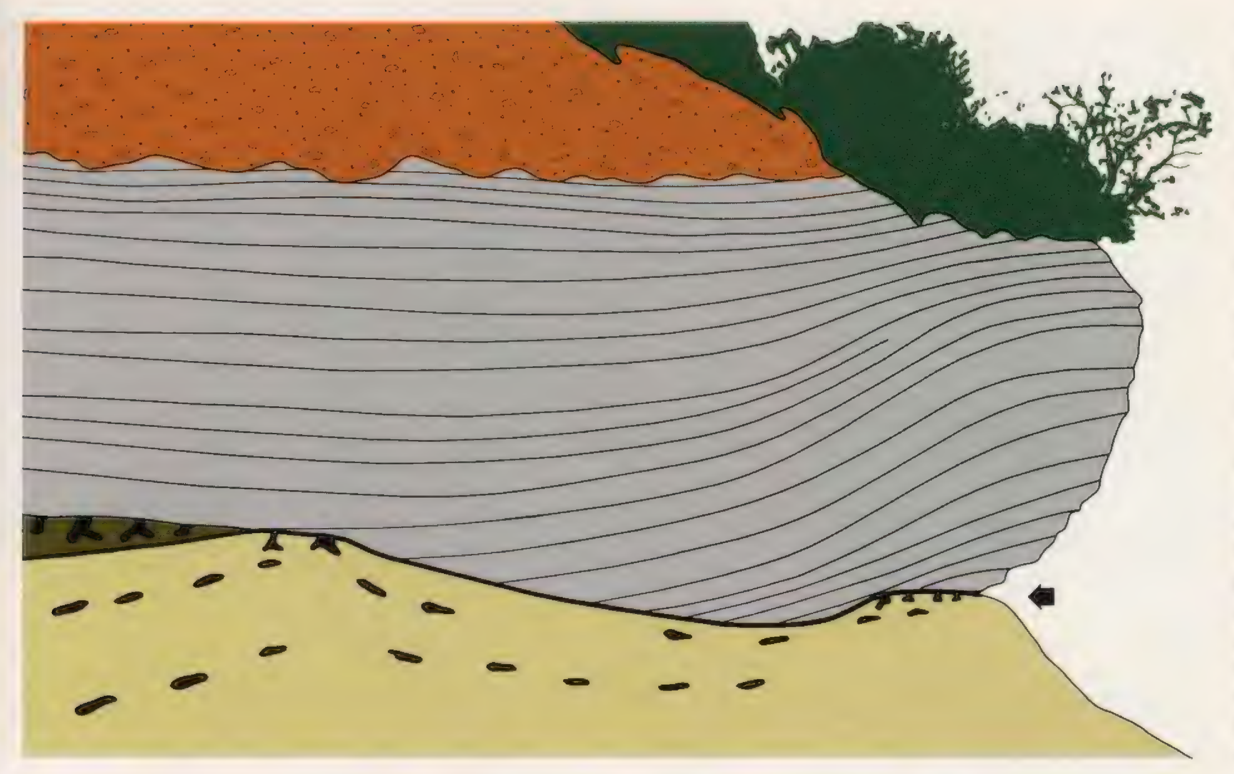
Lorsque le membre fut recouvert par trois mètres de sédiments argileux bleuâtres, le type de sédimentation changea. On peut voir en effet un filon de houille d'une trentaine de centimètres d'épaisseur

autour des deux buttes, parallèle à la bande marron violacé du marais. Dans les limons durcis brunâtres de la base de la couche de houille, c'est-à-dire au niveau qui correspond à la formation du marécage, on a recueilli des spores de sphaignes et de fougères de même que du pollen de pandanus, d'aulnes, d'ormes et de plusieurs arbres feuillus inconnus. La surface du sol était humide et la présence de fougères subtropicales et de pandanus indique que le climat était chaud. En revanche on n'a pas recueilli de pollen de gunnéras, de gui ni de protéas notamment. Au-dessus de la couche de houille, le grain des sédiments grossit et ces derniers sont d'aspect plus feuilleté. Plus haut, deux autres filons de houille ceignent la plus grande butte, à la partie supérieure de laquelle on ne peut trouver de fragments d'os de dinosaure. C'est là qu'est enfermé le mystère de l'extinction des dinosaures, dans les sédiments de ces deux tertres stériles, perdus dans les badlands et écrasés de chaleur par le soleil d'été, à 800 mètres d'altitude et à presque 2000 kilomètres du rivage marin le plus proche.

Dans tous les badlands de la partie centre-ouest où l'on note la présence d'éléments de squelettes du Triceratops et de ses contemporains, on peut voir de temps en temps des fragments d'os de dinosaures saillant des flancs des collines. Toutefois, ils ne se trouvent jamais au-dessus de la base du plus bas d'une série de filons de houille, ce qui correspond au niveau où le grain des sédiments grossit et où ceux-ci deviennent plus feuilletés. On ne rencontre jamais non plus, au-dessus de ce niveau, de feuilles, de pollen ni de spores fossiles de nombreuses sortes de plantes. Selon toute apparence, les onze principaux types de dinosaures et près de la moitié des espèces de plantes présents cessèrent d'exister à l'époque dans cette partie du continent. On sait que 41 variétés de crocodiles, lézards et tortues y vivaient en même temps que les dinosaures, mais on n'a recueilli les restes que de 26 d'entre elles dans les sédiments accumulés au-dessus de la base de la houille. Quant aux petits mammifères à fourrure, il semble que la moitié environ aient aussi disparu vers la même période, dont la plupart des formes apparentées aux opossums.

Il est plus facile de récolter des échantillons de sédiments contenant des grains de pollen microscopiques que des squelettes d'animaux préhistoriques, et de plus les spores et le pollen fossiles y sont préservés en abondance. Or les combinaisons de ces microfossiles dans des sédiments contenant aussi des os de Triceratops diffèrent nettement de celles de la base du filon de houille le plus bas ou des sédiments juste au-dessus. Jusqu'à présent, les niveaux auxquels on a trouvé ces deux types de combinaisons ne sont distants que d'un à trois mètres. Compte tenu de la vitesse moyenne de sédimentation dans différentes parties de la région à cette époque, une telle épaisseur de sédiments correspond à une période de 10000 à 50000 ans. Le passage d'un type de combinaison de pollens à l'autre se fit donc probablement en moins de 10000 ans et peut-être même beaucoup moins. Quelles modifications du milieu ont bien pu éliminer en 10000 ans la moitié des variétés d'êtres vivants connues de l'homme dans une zone de plaines d'inondation côtières d'au moins 650000 kilomètres carrés. . . et sans laisser de traces comme l'auraient fait l'inondation ou la glaciation? Pourquoi des représentants des variétés disparues ne sont-ils pas venus du reste du continent repeupler la région? À moins que ce ne soit le continent tout entier qui ait été touché. . .

Sédiments de mers peu profondes déposés à la fin de l'âge des reptiles dans le sud de la Scandinavie. La flèche indique l'horizon des extinctions.



Dans la mer
Les cris des goélands déchirent la brise fraîche et salée venue du large, dominant le clapotis des vaguelettes sur la plage. Le soleil, qui s'est levé sur la Baltique, illumine la falaise de Stevns dont la craie est à nu sur des kilomètres autour d'un cap de l'île de Sjaelland, à 45 kilomètres au sud de Copenhague. La craie blanche et tendre de la base de la falaise a été formée il y a 64 millions d'années par la lente descente de plaquettes microscopiques, débris de minuscules plantes unicellulaires flottant dans les couches superficielles d'une mer beaucoup plus ancienne. Sur le fond calcaire où parvenait une lumière tamisée par à peine quelques centaines de mètres d'eau, étaient éparpillées de grandes palourdes à coquille aplatie; des crinoïdes et des éponges isolés croissaient sur les coquilles abandonnées. Tous ces êtres filtraient les eaux de cette mer chaude pour se nourrir des organismes minuscules qui y pullulaient. Des nuées de petits poissons et de créatures voisines des calmars nageaient plus haut, et des groupes de grandes baculites à coquille droite et à tête tentaculaire, ou des formes apparentées enroulées, étaient comme suspendues dans l'eau au milieu des bouquets de crinoïdes et d'éponges. De temps à autre, un lézard marin géant en plongée happait une baculite, en écrasait la coquille, pour ensuite l'avaler dans un voile d'encre.

Plus haut sur la falaise, la craie blanche renferme des colonies de minuscules animaux ressemblant vaguement à des mousses, appelés bryozoaires. Ils étaient fixés à des herbes marines qui croissaient par moins de trente mètres de fond, où la lumière était plus intense. L'ancienne mer diminuant de profondeur, les vagues de surface commencèrent à remuer les sédiments mous du fond et y formèrent des ondulations larges et peu élevées. Puis, soudainement, cessa la descente des débris microscopiques des plantes flottantes. Une argile sombre et fine s'accumula entre les crêtes des rides, y emprisonnant des arêtes et des écailles de poissons. Lorsque la descente des particules reprit lentement, une boue calcaire combla les creux. Celle-ci contient les restes de quelques variétés seulement d'organismes microscopiques, mais pas de coquilles de grandes palourdes ou de mollusques à tentacules. La séparation entre la plus haute couche de craie blanche et la plus basse couche d'argile à restes de poissons correspond vraisemblablement à une durée très inférieure à 10000 ans.

Lorsque la boue calcaire eut en partie rempli les creux, la profondeur de la mer devint si faible que celle-ci ne recouvrit plus la région qu'à marée haute. Les crêtes des rides s'érodèrent; des oursins et des crustacés creusèrent des pistes dans la boue calcaire et la craie tendre. La surface des sédiments, exposée à l'air libre à marée basse, devint aussi dure que du ciment. Puis la zone fut de nouveau submergée. Le dur calcaire bleu du sommet de la falaise de Stevns contient en abondance des restes de colonies de bryozoaires qui pullulaient sur les herbes marines, mais, comme les mollusques à coquille, la plupart des plantes et animaux unicellulaires flottants avaient disparu.

Tout comme le pollen abonde dans les sédiments terrestres, les particules et coquilles de minuscules organismes flottants sont en profusion dans les sédiments marins en bordure des continents. Il en existe d'ailleurs aussi dans les sédiments des profondeurs océaniques lorsque les conditions s'y prêtent. Les toutes petites plantes n'habitent que les couches superficielles des océans, où elles peuvent capter l'énergie solaire par le processus de la photosynthèse. Comme sur terre, ces plantes sont l'ultime source de nourriture pour les créatures de la mer. Présentes par myriades, elles sont absorbées par des animaux microscopiques qui à leur tour alimentent des animaux plus grands, lesquels enfin, pendant l'ère des dinosaures, sont dévorés par les gros requins et reptiles marins.

En tout, on a trouvé les débris de 130 variétés de ces plantes dans les sédiments qui renferment aussi les restes des derniers des caractéristiques mollusques marins à coquille, des lézards nageurs géants et des bizarres plésiosaures à long cou. Il semblerait que 126 de ces variétés aient disparu à un certain plan de stratification dans les accumulations des sédiments marins de cette époque, et on n'en connaît que dix variétés dans les sédiments immédiatement au-dessus de cet horizon. Il y a bien d'autres organismes marins que l'on ne retrouve pas au-dessus de cet horizon, ou bien qui n'y sont pas aussi variés. On dirait qu'une force, ou une combinaison de forces, s'est exercée sur le milieu, exterminant de nombreux êtres vivants dans les océans en un intervalle de temps très bref du point de vue géologique. Or, peu après, les eaux de la surface des océans étaient chaudes et la descente des débris de plantes redevenait à peu près aussi importante qu'auparavant.

Le témoignage de la Terre

Dans la plus grande partie de la zone drainée par le cours supérieur du Missouri, les derniers sédiments qui contiennent des os de Triceratops sont riches en cendres volcaniques. Celles-ci furent apportées par le vent et les cours d'eau depuis les volcans des montagnes occidentales jusqu'à la mer dans le Dakota du Nord, en passant par les marécages houillers, récemment formés, de la plaine d'inondation. Puis, comme la surface de craie durcie creusée de pistes glissait sous la mer à

des milliers de kilomètres au Danemark, le bord le plus oriental de la plaine d'inondation commença à s'effrondrer. Dans les boues marines couvrant les sédiments de la plaine riches en cendres, on trouve des coquilles d'animaux marins microscopiques identiques à celles que renferme, dans la falaise de Stevns, le calcaire au-dessus de l'argile à restes de poissons.

Des argiles et des grès rouges du sud de la France et du nord de l'Espagne ont produit des os et des œufs de brontosaures géants et d'au moins cinq autres variétés de dinosaures. Ces sédiments se déposèrent sur un terrain voisin du niveau de la mer dans des conditions tropicales. La mer s'étendant du golfe de Gascogne vers le sud, des lacs se formèrent dans ce qui est maintenant la région des monts Cantabriques dans le nord de l'Espagne. Dans les boues calcaires du fond des lacs furent enfouies les coquilles d'une combinaison caractéristique de mollusques, dont celles d'un très gros escargot d'eau douce. L'eau de mer recouvrit alors la région sur une faible hauteur. Les coquilles microscopiques des organismes marins flottants qui tombaient sur les dépôts lacustres et les couches rouges formant le fond de la mer sont identiques à celles des calcaires qui reposent sur l'argile à restes de poissons du Sjaelland.

Donc, le petit nombre de variétés d'organismes marins microscopiques que l'on trouve au-dessus de l'argile à restes de poissons au Danemark se rencontrent aussi, dans le Dakota du Nord et en Espagne, au-dessus de sédiments contenant des ossements des derniers dinosaures. Leurs minuscules coquilles font partie de sédiments recouvrant immédiatement ceux qui abondent en restes d'organismes marins disparus dans des zones aussi nettement séparées que le Grand Banc de Terre-Neuve et le rivage occidental de la mer Caspienne, l'île du Sud en Nouvelle-Zélande et la côte occidentale du Groenland ainsi que la côte atlantique du Brésil et l'intérieur de l'Égypte. Il semblerait qu'une vague d'extinctions ait balayé la planète à la fin de l'ère des dinosaures.

Ces extinctions, qui nulle part ne semblent avoir duré plus de 10 000 ans, se sont-elles toutes produites au même moment? Hélas! les méthodes actuelles de mesure de la durée d'événements qui remontent à si longtemps sont relativement imprécises. Les évaluations fondées sur la vitesse de désintégration d'éléments radioactifs ne sont précises qu'à deux millions d'années près pour cette période. En examinant soigneusement la forme des coquilles de certains mollusques marins comme les Baculites, qui ont changé – ou évolué – à un rythme relativement rapide, on peut facilement distinguer des différences de l'ordre d'un demi-million d'années. Toutes les extinctions pourraient s'être condensées en quelques centaines de milliers d'années tout au plus. S'il n'en était pas ainsi on pourrait observer, dans diverses régions du globe, des différences marquées dans la forme des coquilles des mollusques qui ne survécurent pas à l'ère des dinosaures.

Dans un avenir rapproché, on devrait pouvoir raffiner encore les estimations de la durée des extinctions sur l'ensemble de la planète. Comme nous l'avons vu au chapitre deux, le champ magnétique de la Terre laisse une « empreinte » dans certains minéraux de la croûte terrestre. On sait que le sens du champ magnétique s'est souvent inversé par le passé, si bien qu'à certaines périodes l'aiguille d'une boussole aurait indiqué le sud. Le temps nécessaire à une telle inversion va de 1 000 à 4 000 ans au maximum. En notant le sens des empreintes magnétiques dans les sédiments proches du niveau des extinctions, il peut être possible de déterminer si celles-ci ont à peu près eu une égale durée.

Les données dont nous disposons actuellement sur l'extinction des dinosaures ne manquent pas de surprendre. Beaucoup d'autres sortes d'êtres vivants ont disparu avec eux et dans une proportion aussi grande sur la terre que dans la mer. Les extinctions ont touché tout le globe, s'étendant dans les deux hémisphères, d'un pôle à l'autre. Elles se sont probablement produites en un laps de temps inférieur à quelques centaines de milliers d'années. Or, au cours des 64 millions d'années qui suivirent, c'est-à-dire jusqu'à l'époque historique, il n'y a pas eu d'extinctions d'importance comparable. Même pendant les deux derniers millions d'années quand une couche de glace recouvrait la moitié du continent nord-américain, quand les niveaux des océans montaient et descendaient de plus de cent mètres avec le dégel et le gel des couches de glace continentale, quand l'homme, chassant, finissait par exterminer le gros gibier qui survivait au sud du dernier front glaciaire, même dans ces conditions très dures et rapidement changeantes, les extinctions semblent n'avoir été ni si nombreuses, ni si universelles, ni si soudaines.

Jusqu'à présent, les sédiments ne nous ont apporté que peu de renseignements supplémentaires. Dans les mers tropicales, un grand nombre de coraux et de minuscules animaux flottants ont disparu. Les reptiles géants qui habitaient la terre et les mers révèlent un milieu chaud, mais eux aussi s'éteignirent. À vrai dire, les débris en forme de plaquette des plantes flottantes commencèrent soudain à se dissoudre avant d'atteindre le fond de l'océan dans beaucoup de régions où ils s'étaient auparavant accumulés en une épaisse vase calcaire. Peut-être les eaux se refroidirent-elles subitement à ces profondeurs ou devinrent-elles légèrement plus acides. Cependant plusieurs variétés de plantes subtropicales survécurent dans le centre-ouest de l'Amérique du Nord et les palmiers continuèrent de croître au Groenland. Les variations du niveau de la mer et de la hauteur des montagnes furent moindres lorsque moururent les dinosaures que pendant le dernier million d'années, au cours duquel des couches de glace continentale se formèrent et fondirent. Où donc, dans le livre des sédiments, trouve-t-on la marque de perturbations de la croûte terrestre qui auraient atteint dans toute la planète une ampleur suffisante pour entraîner la disparition des dinosaures et de tant d'autres organismes?

Des profondeurs de l'espace

De multiples hypothèses ont été avancées pour expliquer l'extinction des dinosaures. Or aucune ne rallie la majorité de ceux qui connaissent bien le problème et certaines sont inacceptables car elles ne tiennent pas compte de la disparition simultanée de quantité d'autres organismes de tous les milieux de la planète. Nous ne savons pas pourquoi les dinosaures sont morts et nous n'aurions pas non plus pu prévoir leur extinction imminente en étudiant leur passé. Les investigations s'orientent dans plusieurs grandes directions. On cherche tantôt des traces de substances ou d'éléments vitaux dont l'épuisement aurait entraîné la fin de collectivités végétales et animales à l'échelle de la planète, tantôt des indications de changements dans la forme de la surface terrestre qui, par leur effet sur les vents et les courants, auraient amené un bouleversement mondial du climat, tantôt enfin des preuves que les extinctions ne furent ni si rapides ni si universelles qu'on l'a supposé. Ce qui suit ne correspond donc qu'à une des diverses voies de la recherche actuelle.

La partie de l'espace dans laquelle est située la Terre subit fortement l'influence d'une étoile très proche, le Soleil. C'est le rayonnement électromagnétique émis par le Soleil qui chauffe la Terre, et cette chaleur régit les phénomènes météorologiques et les courants océaniques de la planète. La vie sur Terre est alimentée par la lumière solaire, forme de rayonnement que captent les plantes vertes. D'autres sortes de rayons électromagnétiques et cosmiques ont un effet sur

le matériel génétique des êtres vivants, favorisant l'apparition de nouvelles formes de vie. Si la Terre ne recevait pas d'énergie de l'extérieur, elle ne serait qu'une boule glacée d'où serait absente la vie telle que nous la connaissons. On n'a aucune trace de cataclysmes à l'époque de la disparition des dinosaures, qui auraient causé des extinctions à l'échelle mondiale en un laps de temps d'au plus quelques centaines de milliers d'années. Or, les êtres vivants sont profondément influencés par les rayons électromagnétiques qui les atteignent à travers l'espace. Il en est de même du climat. Étant donné l'apparente absence de perturbations majeures de la croûte terrestre, il y aurait donc lieu de se tourner vers l'espace.

La vie ne s'épanouit sur la Terre qu'entre certaines limites étroites de lumière et de chaleur, si elle dispose par ailleurs de conditions adéquates à la surface de la planète. Ne tarderait pas à s'en apercevoir quiconque tenterait de faire pousser des tomates à l'ombre du peuplier de Lombardie de son voisin, ou qui espérerait récolter des fruits de figuiers cultivés en plein air dans le sud du Québec. C'est possible, mais difficile! La lumière et la chaleur du Soleil baignent si intensément notre région de l'espace que tout changement brutal et important du rayonnement de l'astre toucherait profondément la vie sur Terre. Le Soleil s'est formé il y a quelque cinq milliards d'années et, selon les estimations actuelles, il devrait continuer à émettre de l'énergie au même rythme pendant une durée égale encore. Bien qu'il puisse connaître des désordres graves, rien ne prouve qu'il en ait subis et on le considère comme une étoile très stable.

Tout comme la Terre gravite autour du Soleil, celui-ci tourne autour du centre de la Galaxie, accomplissant sa révolution en 200 à 280 millions d'années. Le milieu spatial qu'il traverse alors n'est pas uniforme. Tous les 80 à 90 millions d'années, l'orbite du Soleil passe par la région de l'équateur galactique, où les rayons cosmiques sont concentrés par le champ magnétique de la Galaxie. Pendant ces passages, le niveau des rayonnements de fond augmenterait à la surface de la Terre. Cependant il ne s'élèverait probablement pas au point de nuire aux êtres vivants, et les changements du milieu qui s'ensuivraient dureraient beaucoup plus que les quelques centaines de milliers d'années au maximum pendant lesquelles les extinctions se produisirent à la fin de l'ère des dinosaures.

Certaines régions de la Galaxie peuvent par contre être sérieusement perturbées par l'explosion colossale d'étoiles appelées supernovæ. Le phénomène se produit en moyenne une fois par galaxie tous les cent ans. Une étoile devient soudainement très lumineuse. En quelques jours elle brille avec une intensité comparable à celle d'un milliard de soleils et pendant quelques semaines son éclat peut dépasser celui de toute une galaxie. Puis l'étoile semble s'éteindre graduellement. Il reste alors une importante impulsion de rayons électromagnétiques qui se propagent à la vitesse de la lumière, des enveloppes de gaz et de rayons cosmiques en expansion plus lente et, à l'occasion, un résidu stellaire extrêmement dense. Au cours des deux derniers millénaires il a été possible d'observer à l'œil nu neuf de ces explosions. Les « étoiles-hôtes », comme les appelaient les anciens, sont des objets jaune orangé brillants et leur éclat est tel qu'il permet de voir la nuit. Elles restent souvent visibles en plein jour.

Les étoiles-hôtes des anciens étaient trop éloignées pour déranger le milieu terrestre. Mais, d'après la fréquence des supernovæ dans les galaxies et le nombre de leurs résidus proches du Soleil, on estime que le système solaire devrait passer dans les parages d'une supernova en moyenne tous les cinquante millions d'années. Ainsi donc, il est probable que la Terre a été brièvement plongée dans des vagues de rayons de haute énergie comparables à celles qui se produisent au voisinage d'explosions thermonucléaires puissantes. Il est également possible que des changements climatiques à court terme aient eu lieu simultanément.

Pour le moment deux faits seulement tendent à démontrer que la Terre a été frappée il y a 64 millions d'années par une vague de rayons de haute énergie émanant d'une supernova. Le premier se rattache aux extinctions mêmes car la vulnérabilité des êtres vivants à un excès de radiations, d'une part, et la brièveté et l'étendue des extinctions qui se produisirent à cette époque, de l'autre, semblent confirmer un changement rapide mais considérable des conditions régnant sur la Terre. Le second fait est la découverte récente d'un énorme anneau de gaz interstellaire d'un diamètre de 290000 milliards de kilomètres et proche du système solaire. La vitesse d'expansion actuelle de cet anneau révèle qu'il résulte d'une explosion qui s'est produite relativement près du Soleil il y a environ 65 millions d'années. Avec l'anneau de gaz se trouve une enveloppe de poussières interstellaires et de jeunes étoiles issues de la condensation des poussières et du gaz chassés lors de l'explosion. Il s'agit là manifestement des restes d'une des plus puissantes supernovæ connues.

À mesure que progresseront nos connaissances des propriétés physiques des supernovæ, il devrait être possible d'examiner les sédiments pour y trouver confirmation de cet événement. Dans des sédiments marins déposés à deux moments différents il y a moins d'un demi-million d'années, on a détecté des éléments radioactifs probablement créés dans l'atmosphère par des supernovæ assez lointaines. On pourrait rechercher des éléments créés de façon similaire dans les sédiments datant de l'époque de la disparition des dinosaures. On pourrait aussi étudier les effets sur le climat de l'arrivée dans l'atmosphère d'une grande quantité de rayons électromagnétiques et cosmiques. On devrait pouvoir déterminer plus précisément la durée des extinctions en comparant les traces laissées dans les sédiments par cet événement à celles des inversions du champ magnétique terrestre d'à peu près la même époque. Très bientôt, nous devrions savoir si la fin des dinosaures est une conséquence d'une colossale explosion stellaire dans l'espace voisin.

La nature de la crise qui balaya le globe il y a 64 millions d'années demeure obscure. Malgré sa gravité apparente, une grande proportion des plantes et animaux qui habitaient la planète survécut. Mais les écosystèmes de la Terre ne se rétablirent pas rapidement puisqu'il fallut au moins dix millions d'années pour que la flore et la faune retrouvent la plupart de leur diversité antérieure. Cependant le monde resta chaud, plus chaud qu'actuellement. Sur terre, les plantes à fleurs et les oiseaux continuèrent à croître et à se diversifier



Supernova en déclin au-dessus d'un Ankylosaure mort dans une forêt dévastée et gelée.

comme ils avaient commencé à le faire à l'ère des dinosaures. Les mammifères prirent une quantité de formes nouvelles après la disparition des dinosaures. D'autres variétés de minuscules organismes flottants repeuplèrent les mers et, comme avant, les océans foisonnèrent d'espèces d'êtres vivants. Les systèmes biologiques de notre planète sont tout à la fois d'une simplicité et d'une complexité qui frappent d'étonnement et d'admiration. Et la plus grande merveille est l'esprit humain lorsqu'il œuvre en harmonie avec la nature et avec lui-même.

Les dinosaures ne sont plus. Du fond des galeries sombres de nos musées, leurs squelettes semblent nous lancer un appel obsédant. Eux aussi étaient admirables, et ils ne sont plus; leur mort nous incite à nous interroger sur le sens de l'existence. Leurs squelettes géants évoquent l'abondance d'un monde disparu depuis longtemps. La vie sur la planète s'est plus que rétablie de l'action des forces qui détruisirent le monde dans lequel vivaient les dinosaures. Et nous, à leur place, aurions-nous survécu?

Bibliographie

Chapitre I

Colbert, E.H.
(1968), *Men and dinosaurs, the search in field and laboratory,* Dutton, New York, 283 pp.

Douglas, R.J.W.
(1969), *Carte géologique du Canada,* Commission géologique du Canada Carte 1250A, échelle 1: 5 000 000.

Irish, E.J.W.
(1971), *Geology, southern plains of Alberta,* Geological Survey of Canada Map 1286A, scale 1: 500,000.

Ostrom, J.H., et J.S. McIntosh
(1966), *Marsh's dinosaurs,* Yale University Press, New Haven (Conn.), et Londres, 388 pp.

Prest, V.K.
(1969), *Retreat of Wisconsin and recent ice in North America,* Geological Survey of Canada Map 1257A, scale 1: 5,000,000.

Russell, D.A., et T.P. Chamney
(1967), *Notes on the biostratigraphy of dinosaurian and microfossil faunas in the Edmonton Formation of Alberta,* National Museum of Canada, Natural History Papers 35, 22 pp.

Russell, L.S.
(1966), *Dinosaur hunting in western Canada,* Royal Ontario Museum, Life Sciences Contribution 70, 37 pp.

Stockwell, C.H.
(1970), *Carte tectonique du Canada,* Commission géologique du Canada Carte 1251A, échelle 1: 5 000 000.

Whitaker, S.H., et D.E. Pearson
(1972), *Geological map of Saskatchewan,* Saskatchewan Department of Mineral Resources and Saskatchewan Research Council, scale 1: 267, 200.

Chapitre II

Balkwill, H.R.
(1971), *Reconnaissance geology, southern Great Bear plain, District of Mackenzie,* Geological Survey of Canada, Paper 71-11, 47 pp.

Bell, W.A.
(1957), *Flora of the Upper Cretaceous Nanaimo Group of Vancouver Island, British Columbia,* Geological Survey of Canada, Memoir 293, 84 pp.

Brown, C.A.
(1945), *Louisiana trees and shrubs,* Louisiana Forestry Commission Bulletin, No. 1, 262 pp.

Caldwell, W.G.E.
(1968), *The late Cretaceous Bearpaw Formation in the South Saskatchewan River Valley,* Saskatchewan Research Council, Geology Division, Report No. 8, 86 pp.

Couillard, R., et E. Irving
(1973), « Reversals of the geomagnetic field and the palaeolatitude of North America during the Cretaceous Period », *Colloquium on the Cretaceous System in the western interior of North America,* Geological Association of Canada Special Paper, extrait p. 34.

Gill, J.R., et W.A. Cobban
(1966), *The Red Bird section of the Upper Cretaceous Pierre Shale in Wyoming,* U.S. Geological Survey, Professional Paper 393-A, 73 pp.
(1973), *Stratigraphy and geologic history of the Montana Group and equivalent rocks, Montana, Wyoming, North and South Dakota,* U.S. Geological Survey, Professional Paper 776, 37 pp.

Hosie, R.C.
(1972), *Arbres indigènes du Canada,* Information Canada, Ottawa, 385 pp.

Jeletzky, J.A.
(1971), *Marine Cretaceous biotic provinces and paleogeography of western and arctic Canada: illustrated by a detailed study of ammonites,* Geological Survey of Canada, Paper 70-22, 92 pp.

Mallory, W.W., (comp.)
(1972), *Geologic Atlas of the Rocky Mountain Region, United States of America,* Rocky Mountain Association of Geologists, Denver (Colorado), 331 pp.

McCrossan, R.G., et R.P. Glaister, (comp.)
(1966), *Geological history of western Canada,* 2e éd., Alberta Society of Petroleum Geologists, Calgary (Alberta), 232 pp.

Norton, N.J., et J.W. Hall
(1969), « Palynology of the Upper Cretaceous and Lower Tertiary in the type locality of the Hell Creek Formation, Montana, U.S.A. », in *Palaeontographica* 125 (B): 1-64.

Pitman, W.C., III, et M. Talwani
(1972), « Sea-floor spreading in the North Atlantic », in *Geological Society of America Bulletin* 83: 619-646.

Russell, D.A.
(1973), « The environments of Canadian dinosaurs », in *Canadian Geographical Journal* 87: 4-11.

Scott, J.R., et W.A. Cobban
(1965), *Geologic and biostratigraphic map of the Pierre Shale between Jarre Creek and Loveland, Colorado,* U.S. Geological Survey Map 1-439, scale 1: 48,000.

Smiley, C.J.
(1969), « Cretaceous floras of Chandler-Colville Region, Alaska: stratigraphy and preliminary floristics », in *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 53: 482-502.

Snead, R.G.
(1969), *Microfloral diagnosis of the Cretaceous-Tertiary boundary, central Alberta,* Research Council of Alberta, Bulletin 25, 148 pp.

Srivastava, S.K.
(1969), « Pollen biostratigraphy and paleoecology of the Edmonton Formation Alberta, Canada », in *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* 7: 221-276.

Williams, G.D., et C.R. Stelk
(1973), « Speculations on the Cretaceous paleogeography of North America », *Colloquium on the Cretaceous System in the western interior of North America,* Geological Association of Canada Special Paper, extrait p. 51.

Wolfe, J.A.
(1971), « Tertiary climatic fluctuations and methods of analysis of Tertiary floras », in *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 9: 27-57.

Chapitre III

Bakker, R.T.
(1971), « Dinosaurian physiology and the origin of mammals », in *Evolution* 25: 636-658 (voir aussi l'essai dans: *Evolution* 27: 166-174; 28: 491-504).

Bell, W.A.
(1949), *Uppermost Cretaceous and Paleocene floras of western Alberta,* Geological Survey of Canada Bulletin 13, 231 pp.
(1965), *Upper Cretaceous and Paleocene plants of western Canada,* Geological Survey of Canada Paper 65-35, 46 pp.

Boreske, J.R., fils
(1974), *A review of the North American fossil Amiid fishes,* Bulletin of the Museum of Comparative Zoology 146 (1), 87 pp.

Colbert, E.H.
(1962), *The weights of dinosaurs,* American Museum Novitates, No. 2076, 16 pp.

Coombs, W.P., fils
(1971), « The Ankylosauria », thèse de doctorat, Columbia University, 487 pp.

Delevoryas, T.
(1964), « Two petrified angiosperms from the Upper Cretaceous of South Dakota », in *Journal of Paleontology* 38: 584-586.

Dodson, P.
(1971), « Sedimentology and taphonomy of the Oldman Formation (Campanian), Dinosaur Provincial Park, Alberta (Canada) », in *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 10: 21-74.

Erickson, B.R.
(1972), « The lepidosaurian reptile *Champsosaurus* in North America », Science Museum of Minnesota, Saint Paul (Monograph: paleontology, vol. 1) 91 pp.

Fox, R.C.
(1970), « A bibliography of Cretaceous and Tertiary vertebrates from western Canada », in *Bulletin of Canadian Petroleum Geology* 18: 263-281. (Le lecteur trouvera dans cette bibliographie de nombreuses références aux vertébrés de l'Ouest canadien au Crétacé, animaux dont nous ne traitons pas ici.)

Heaton, M.J.
(1972), « The palatal structure of some Canadian Hadrosauridae », in *Canadian Journal of Earth Sciences* 9: 185-205.

Jeletzky, J.A.
(1971), Voir références du Chapitre II.

Johnson, H., et J.E. Storer
(1974), *A guide to Alberta vertebrate fossils from the age of dinosaurs,* Provincial Museum of Alberta, Publication No. 4, 129 pp.

Lambe, L.M.
(1902), « On vertebrata of the mid-Cretaceous of the Northwestern Territory », in *Geological Survey of Canada, Contributions to Canadian Palaeontology* 3 (2): 25-81.

McAlpine, J.F., et J.E.H. Martin
(1969), « Canadian amber », in *Beaver*, été 1969: 28-37.

McLean, J.R.
(1971), *Stratigraphy of the Upper Cretaceous Judith River Formation in the Canadian Great Plains*, Saskatchewan Research Council, Geology Division, Report No. 11, 96 pp.

Ostrom, J.H.
(1966), « Functional morphology and evolution of the ceratopsian dinosaurs », in *Evolution* 20: 290-308.

Ramanujam, C.G.K.
(1972), « Fossil coniferous wood from the Oldman Formation of Alberta », in *Canadian Journal of Botany* 50: 595-602.

Richmond, N.D.
(1965), « Perhaps juvenile dinosaurs were always scarce », in *Journal of Paleontology* 39: 503-505

Russell, D.A.
(1967), *A census of dinosaur specimens collected in western Canada*, National Museum of Canada. Natural History Papers 36, 13 pp.
(1969), « A new specimen of *Stenonychosaurus* from the Oldman Formation of Alberta », in *Canadian Journal of Earth Sciences* 6: 595-612.
(1970), *Tyrannosaurs from the late Cretaceous of western Canada*, Musées nationaux du Canada, Publications en Paléontologie, n° 1, 34 pp.
(1972), « A pterosaur from the Oldman Formation of Alberta », in *Canadian Journal of Earth Sciences* 9: 1338-1340.

Russell, L.S.
(1964), *Cretaceous non-marine faunas of northwestern North America*, Royal Ontario Museum, Life Sciences Contribution 61, 24 pp.

Sahni, A.
(1972), « The vertebrate fauna of the Judith River Formation, Montana », in *Bulletin of the American Museum of Natural History* 147: 321-412.

Spotilla, J.R., et P.W. Lommen, G.S. Bakken et D.M. Gates
(1973), « A mathematical model for body temperature of large reptiles: implications for dinosaur ecology », in *American Naturalist* 107: 391-404.

Sternberg, C.M.
(1950), *Notes on the dinosaur quarries, Steveville, Alberta*, Geological Survey of Canada Map 969A, scale 1: 31,680.

Storer, J.E., et H. Johnson
(1974), « *Ischyrhiza* (Chondrichthyes: Pristidae) from the Upper Cretaceous Foremost Formation of Alberta », in *Canadian Journal of Earth Sciences* 11: 712-715.

Waldman, M., et W.S. Hopkins, fils
(1970), « Coprolites from the Upper Cretaceous of Alberta, with a description of their microflora », in *Canadian Journal of Earth Sciences* 7: 1295-1303.

Chapitre IV

Bell, W.A.
(1949); (1965), Voir références du Chapitre III.

Brown, C.A.
(1945), Voir références du Chapitre II.

Caldwell, W.G.E.
(1968), Voir références du Chapitre II.

Ferguson, D.K.
(1967), « On the phytogeography of Coniferales in the European Cenozoic », in *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 3: 73-110.

Hosie, R.C.
(1972), Voir références du Chapitre II.

Irish, E.J.W.
(1970), « The Edmonton Group of south-central Alberta », in *Bulletin of Canadian Petroleum Geology* 18: 125-155.

Irish, E.J.W., et C.J. Harvard
(1968), *The Whitemud and Battle formations (« Kneehills Turf Zone ») a stratigraphic marker*, Geological Survey of Canada, Paper 67-63, 51 pp.

Jeletzky, J.A.
(1971), Voir références du Chapitre II.

Kramers, J.W., et G.B. Mellon
(1972), « Upper Cretaceous-Paleocene coalbearing strata, northwest-central Alberta plains », in *Research Council of Alberta, Information Series* 60: 109-124.

Kräusel, R.
(1922), « Die Nahrung von Trachodon », in *Palaeontologische Zeitschrift* 4: 80.

Langston, W., fils
(1967), « The thick-headed ceratopsian dinosaur *Pachyrhinosaurus* from the Edmonton Formation near Drumheller, Canada », in *Canadian Journal of Earth Sciences* 4: 171-186.

Rozhdestvenskii, A.K.
(1960), *Chasse aux dinosaures dans le désert de Gobi,* Librairie Arthème Fayard, Paris, 301 pp.

Russell, D.A.
(1972), « Ostrich dinosaurs from the late Cretaceous of western Canada », in *Canadian Journal of Earth Sciences* 9: 375-402.

Russell, D.A., et T.P. Chamney
(1967), Voir références du Chapitre I.

Shepheard, W.W., et L.V. Hills
(1970), « Depositional environments Bearpaw-Horseshoe Canyon (Upper Cretaceous) transition zone, Drumheller « Badlands », Alberta », in *Bulletin of Canadian Petroleum Geology* 18: 166-215.

Srivastava, S.K.
(1969), Voir références du Chapitre II.

Steiner, J., G.D. Williams et G.J. Dickie
(1972), « Coal deposits of the Alberta plains », in *Research Council of Alberta, Information Series* 60, pp. 85-108.

Tozer, E.T.
(1956), *Uppermost Cretaceous and Paleocene non-marine molluscan faunas of western Alberta,* Geological Survey of Canada, Memoir 280, 125 pp.

Chapitre V

Bell, R.E.
(1965), « Geology and stratigraphy of the Fort Peck fossil field, northwest McCone County, Montana », thèse de maîtrise, University of Minnesota, 166 pp.

Bell, W.A.
(1949), Voir références du Chapitre III.

Binda, P.L., et J.F. Lerbekmo
(1973), « Grain-size distribution and depositional environment of Whitemud Sandstones, Edmonton Formation (Upper Cretaceous) Alberta, Canada », in *Bulletin of Canadian Petroleum Geology* 21: 52-80.

Brown, R.W.
(1939), « Fossil plants from the Colgate Member of the Fox Hills Sandstone and adjacent strata », in *U.S. Geological Survey, Professional Paper* 189-1: 239-275.
(1962), *Paleocene flora of the Rocky Mountains and Great Plains,* U.S. Geological Survey, Professional Paper 375, 119 pp.

Byers, P.N.
(1969), « Mineralogy and origin of the upper Eastend and Whitemud Formations of south-central and southwestern Saskatchewan and southeastern Alberta », in *Canadian Journal of Earth Sciences* 6: 317-334.

Campbell, J.D.
(1967), *Ardley Coal Zone in the Alberta Plains: central Red Deer River area,* Research Council of Alberta, Report 67-1, 28 pp.

Colbert, E.H.
(1961), *Dinosaurs, their discovery and their world,* Dutton, New York, 300 pp.

Estes, R.D.
(1964), « Fossil vertebrates from the late Cretaceous Lance Formation, eastern Wyoming », in *University of California Publications in Geological Sciences* 49: 180 pp.

Estes, R.D., et P. Berberian
(1970), *Paleoecology of a late Cretaceous vertebrate community from Montana,* Breviora (U.S.) No. 343, 35 pp.

Frye, C.I.
(1969), *Stratigraphy of the Hell Creek Formation in North Dakota,* North Dakota Geological Survey Bulletin 54, 65 pp.

Gill, J.R., et W.A. Cobban
(1973), Voir références du Chapitre II.

Gilmore, C.W.
(1946), *Reptilian fauna of the North Horn Formation of central Utah*, U.S. Geological Survey, Professional Paper 210-C, 53 pp.

Irish, E.J.W., et C.J. Havard
(1968), Voir références du Chapitre IV.

Jeletzky, J.A.
(1971), Voir références du Chapitre II.

Jensen, F.S., et H.D. Varnes
(1964), *Geology of the Fort Peck Area, Garfield, McCone and Valley Counties, Montana*, U.S. Geological Survey, Professional Paper 414-F, 49 pp.

Kupsch, W.O.
(1956), *Geology of the eastern Cypress Hills*, Saskatchewan Department of Mineral Resources, Report No. 20, 30 pp.

Lillegraven, J.A.
(1969), *Latest Cretaceous mammals of upper part of Edmonton Formation of Alberta, Canada, and review of marsupial placental dichotomy in mammalian evolution*, University of Kansas Paleontological Contributions, Article 50, 122 pp.

Mallory, W.W., (comp.)
(1972), Voir références du Chapitre II.

North, B.R., et W.G.E. Caldwell
(1970), *Foraminifera from the late Cretaceous Bearpaw Formation in the South Saskatchewan River Valley*, Saskatchewan Research Council, Geology Division, Report No. 9, 117 pp.

Norton, N.J., et J.W. Hall
(1969), Voir références du Chapitre II.

Rouse, G.E., et S.K. Srivastava
(1972), « Palynological zonation of Cretaceous and early Tertiary rocks of the Bonnet Plume Formation, northeastern Yukon, Canada », in *Canadian Journal of Earth Sciences* 9: 1163-1179.

Russell, D.A.
(1967), Voir les références pour le Chapitre III.
(1970), « The dinosaurs of central Asia », in *Canadian Geographical Journal* 81: 208-215.
(1973), Voir les références pour le Chapitre II.
(1975), « Late Cretaceous larger reptiles », E.G. Kauffman et W.A. Cobban, comp., *Cretaceous biostratigraphy, western interior United States and southern Canada*, Geological Society of America Bulletin (sous presse).

Russell, L.S.
(1948), *The geology of the southern part of the Cypress Hills, southwestern Saskatchewan*, Saskatchewan Department of Mineral Resources, Report No. 8, 60 pp.

Shoemaker, R.E.
(1966), « Fossil leaves of the Hell Creek and Tullock Formations of eastern Montana », in *Palaeontographica* 119: 54-75.

Snead, R.G.
(1969), Voir références du Chapitre II.

Van Valen, L., et R.E. Sloan
(1965), « The earliest primates », in *Science* 150 (3697) 743-745.

Chapitre VI

Erben, H.K.
(1972), « Ultrastrukturen und Dicke der Wand pathologischer Eischalen », in *Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse* (Mainz) Jahrgang 1972, No. 6: 193-216.

Fox, S.K., fils, et R.K. Ollson
(1969), « Danian planktonic foraminifera from the Cannonball Formation in North Dakota », in *Journal of Paleontology* 43: 1397-1404.

Gorenstein, P., et W. Tucker
(1971), « Supernova remnants », in *Scientific American* 224: 74-85.

Hallman, A.
(1974), « Mass extinctions in the fossil record », in *Nature* (Londres) 251: 568-569.

Hatfield, C.B., et M.J. Camp
(1970), « Mass extinctions correlated with periodic galactic events », in *Geological Society of America Bulletin* 81: 911-914.

Hays, J.D., et W.C. Pittman III
(1973), « Lithospheric plate motion, sea level changes and climatic and ecological consequences », in *Nature* (Londres) 246: 18-22.

Higdon, J.C., et R.E. Lingenfelter
(1973), « Sea sediments, cosmic rays and pulsars », in *Nature* (Londres) 246: 403-405.

Hughes, V.A., et D. Routhledge
(1972), « An expanding ring of interstellar gas with center close to the sun », in *Astronomical Journal* 77: 210-214.

Lapparent, A.F. de
(1967), « Les dinosaures de France », in *Sciences* (Paris), n° 51: 4-19.

Leffingwell, H.A.
(1971), « Palynology of the Lance and Fort Union Formations of the type Lance area, Wyoming », in *Geological Society of America Special Paper* 127: 1-64.

Lequeux, J.
(1972), « Quand une étoile explose », in *Science, Progrès, Découverte,* n° 3449: 36-43.

Lingenfelter, R.E.
(1969), « Pulsars and local cosmic ray prehistory », in *Nature* (Londres) 224: 1182-1186.

Martin, P.S., et H.E. Wright, fils, (comp.)
(1967), *Pleistocene extinctions, the search for a cause,* Yale University Press, New Haven (Conn.), et Londres, 452 pp.

Newell, N.D.
(1971), *An outline history of tropical organic reefs,* American Museum Novitates, No. 2465, 37 pp.

Ögelman, H.
(1970), « Extensive air shower arrays as detectors of prompt gamma rays from supernovae explosions », in *Nature* (Londres) 228: 1181.

Plaziat, J.-C.
(1970), « Conséquences stratigraphiques de l'interstratification du Rognacien dans le Maestrichtien d'Alava (Espagne) », *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (Paris), série D, tome 270: 2768-2771.
(1970), « La limite crétacé-tertiaire en Alava méridionale », *Comptes rendus de la Société géologique de France,* fascicule 3: 77-78.

Rasmussen, H.W.
(1971), « Echinoid and crustacean burrows and their diagenetic significance in the Maastrichtian-Danian of Stevns Klint, Denmark », in *Lethaia* 4: 191-216.

Ruderman, M.A.
(1974), « Possible consequences of nearby supernova explosions for atmospheric ozone and terrestrial life », in *Science* (Washington, D.C.) 184: 1079-1081.

Russell, D.A.
(1973), « Reptilian diversity and the Cretaceous-Tertiary transition in North America » (résumé), page 44 in *Colloquium on the Cretaceous System in the western interior of North America,* Geological Association of Canada Special Paper.
(1975), « L'extinction des sauropsidés à la fin de l'ère secondaire — une hypothèse », *Problèmes actuels de Paléontologie,* Colloque international du Centre national de la Recherche scientifique, Paris, 1973. (sous presse).

Russell, D.A., et W. Tucker
(1971), « Supernovae and the extinction of the dinosaurs », in *Nature* (Londres) 229: 553-554.

Shen, C.S.
(1969), « Pulsars and ancient Chinese records of supernovae explosions », in *Nature* (Londres) 221: 1039-1040.

Sloan, R.E.
(1971), « Cretaceous and Paleocene communities of western North America », pages 427-453, E.L. Yochelson, comp., *Proceedings of the North American Paleontological Convention, Chicago, 1969,* 2 vol., Allen Press, Lawrence, (Kansas).

Tappan, H.
(1968), « Primary production, isotopes, extinctions and the atmosphere », in *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 4: 187-210.

Terry, K.D., et W. Tucker
(1967), « Biologic effects of supernovae », in *Science* (Washington, D.C.) 159: 421-423.

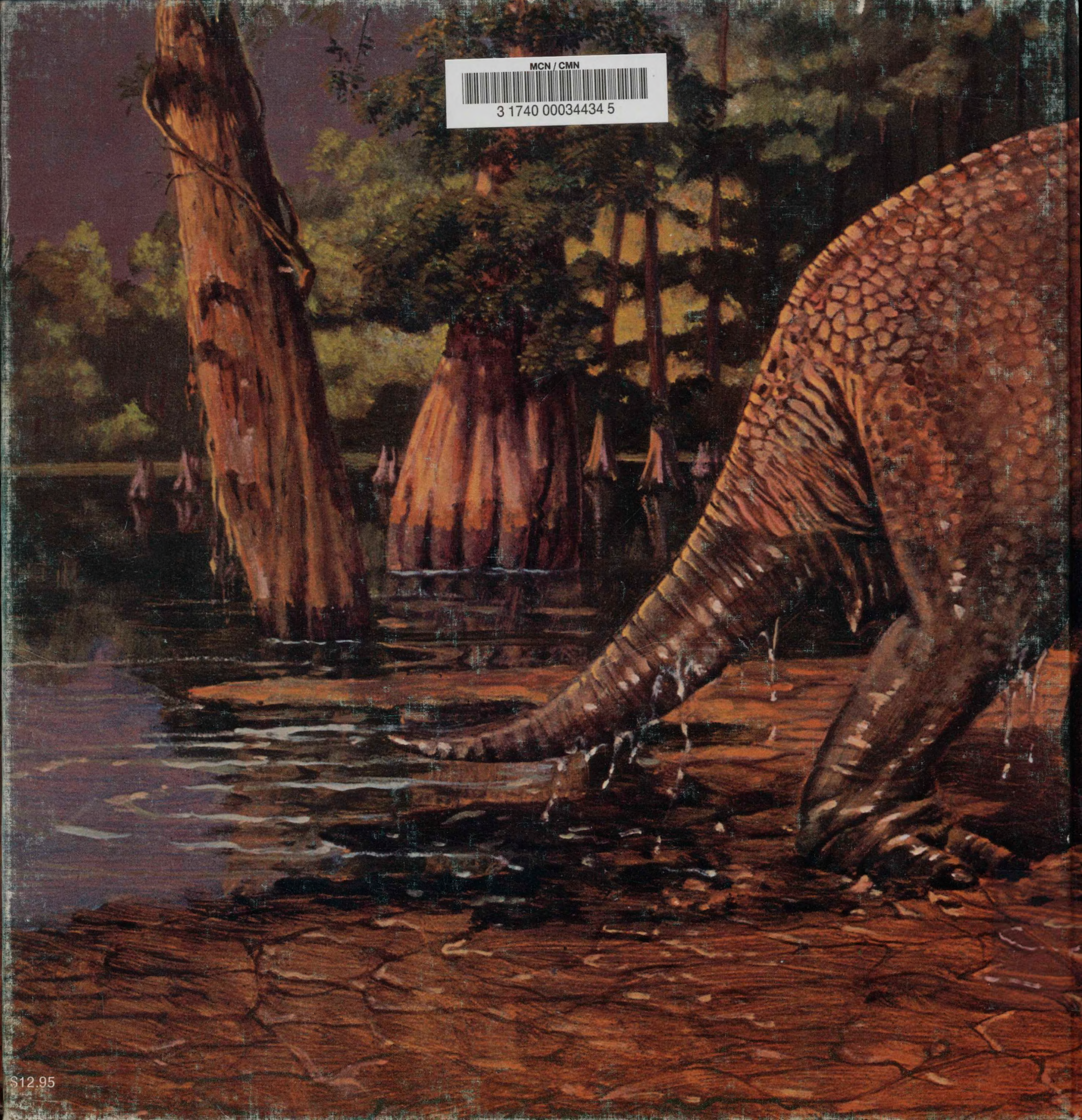
Tschudy, R.H.
(1971), « Palynology of the Cretaceous-Tertiary boundary in the northern Rocky Mountain and Mississippi Embayment regions », in *Geological Society of America Special Paper* 127: 65-111.

Ul Haq, Bilal
(1973), « Transgressions, climatic change and the diversity of calcareous nannoplankton », in *Marine Geology* 15: M25-M30.

Worsley, T.
(1974), « The Cretaceous-Tertiary boundary event in the ocean », in *Society of Economic Paleontology and Mineralogy Special Publication* 20: 94-125.



La plus brillante étoile de cette photographie est une supernova; son éclat surpasse la luminosité combinée de l'autre milliard d'étoiles de sa galaxie (NGC 5253). La faible tache de lumière au milieu de la photographie indique le centre de la galaxie. (Photographie prise à l'observatoire de Las Campanas [Chili], à l'aide du télescope de 24 pouces de l'Université de Toronto.)


MCN / CMN
3 1740 00034434 5
$12.95